

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**ESCOLA DE VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**RELAÇÃO ESPACIAL ENTRE A FALANGE DISTAL**  
**E O ESTOJO CÓRNEO EM EQUINOS DA RAÇA CAMPOLINA**  
**COM E SEM SINAIS DE OBESIDADE**

**Jéssica Fontana de Magalhães**

**Belo Horizonte**  
**Escola de Veterinária da UFMG**  
**2015**



**Jéssica Fontana de Magalhães**

**RELAÇÃO ESPACIAL ENTRE A FALANGE DISTAL  
E O ESTOJO CÓRNEO EM EQUINOS DA RAÇA CAMPOLINA  
COM E SEM SINAIS DE OBESIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária da UFMG como requisito parcial para obtenção do título de Mestre na área de concentração Medicina e Cirurgia Veterinárias.

Orientador: Prof. Rafael Resende Faleiros.

**Belo Horizonte  
Escola de Veterinária da UFMG  
2015**

M188r Magalhães, Jéssica Fontana de, 1988-  
Relação espacial entre a falange distal e o estojo córneo em equinos da raça Campolina com e sem sinais de obesidade / Jéssica Fontana de Magalhães. – 2015.  
60 p. : il.

Orientador: Rafael Resende Faleiros  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.  
Inclui bibliografia

1. Equino – Doenças – Teses. 2. Casco de animais – Doenças – Teses. 3. Laminite – Teses. 4. Obesidade – Teses. I. Faleiros, Rafael Resende. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

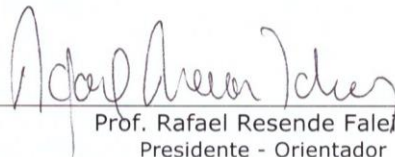
CDD – 636.108 967

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### JÉSSICA FONTANA DE MAGALHÃES

Dissertação submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau e MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração em Medicina e Cirurgia Veterinárias.

Aprovada em 15 de Dezembro de 2015, pela banca constituída pelos membros:

  
Prof. Rafael Resende Faleiros  
Presidente - Orientador

  
Dr. Leonardo Rodrigues de Lima  
Hosp. Vet. Estrada Real- Juiz de Fora

  
Profª. Anelise Carvalho Nepomuceno  
Escola de Veterinária - UFMG

*No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade!*

*Albert Einstein*

*“Cada um de nós compõe a sua história.  
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz de ser feliz.”*

*Almir Sater*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por permitir.

Ao meu pai e minha mãe, pelo apoio, incentivo, amor e carinho, essenciais durante toda trajetória da minha vida; e por mostrar que dificuldade não pode ser sinônimo de desistência.

A minha irmã, Josy, pelo exemplo; e aos meus irmãos, Etiene Júnior e Julia.

Aos cavalos, pela paixão e beleza encantadora, que me fazem querer estudar sempre mais e trabalhar com alegria.

A minha avó, Celina, pelo afeto e doçura; e aos meus avós, *in memoriam*.

A minha família, por fazer parte da minha vida.

Ao Guto, pelo carinho, companheirismo, paciência e incentivo. Por estar ao meu lado sempre. E a toda sua família.

Aos meus amigos, Juliana e Lucas, pela longa amizade.

Às “Bests”, amigas que a escola de veterinária me deu.

A minha amiga e parceira de trabalho, Mayara Gomes, por tornar os dias durante a Residência melhores; pela troca de experiências e amizade. A Jerusa e os “Brothers”, Matheus e Ronaldo, presentes que a Residência me trouxe.

Aos ICs e estagiários, pela ajuda essencial. E aos colegas de Mestrado e Doutorado, Cahuê, Sérgio, Patrícia, Helô, Álvaro, Rodrigo, Odael. Sem vocês não existiria experimento!

Aos professores e funcionários da escola e hospital veterinário da UFMG.

Ao prof. Valentim e ao enfermeiro Carlão, pela agradável convivência.

Ao Léo e sua equipe do Hospital Veterinário Estrada Real.

A Ingrid, pelo carinho, amizade e apoio no início dessa caminhada.

Ao tenente Cyril, por compartilhar casos e conhecimento.

Ao Vitão, Davi, Celina, Isabella, Léo Resende, Stephanie.

Aos queridos amigos do IMA de Betim, por entenderem e apoiarem a minha dupla jornada.

A minha querida Bia, por me ensinar o verdadeiro significado de amor incondicional e ser muito mais do que um animal de estimação.

**A Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Campolina.**

**Aos membros da banca, pela atenção e disponibilidade.**

**Ao prof. Geraldo Eleno, pelo exemplo de conduta e ensinamentos de medicina veterinária e de vida;**

**Ao meu orientador, Rafael Faleiros, pela oportunidade de uma Iniciação Científica; pela confiança e ensinamentos durante a Residência; pela paciência e por apoiar minhas decisões durante o Mestrado; por ser um “pai” durante todos esses anos e pelo exemplo de profissional, professor e orientador. A sua família também.**

**A todos que participaram e ajudaram de alguma forma.**

**MUITO OBRIGADA!**

---

## SUMÁRIO

---

	<b>RESUMO</b> .....	<b>12</b>
	<b>ABSTRACT</b> .....	<b>13</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>3.</b>	<b>REVISÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1.</b>	<b>Estrutura do casco</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2.</b>	<b>Laminite</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3.</b>	<b>Teoria da Disfunção Vascular</b> .....	<b>16</b>
<b>3.4.</b>	<b>Teoria Enzimática</b> .....	<b>16</b>
<b>3.5.</b>	<b>Teoria Inflamatória</b> .....	<b>17</b>
<b>3.6.</b>	<b>Teoria Endócrina</b> .....	<b>17</b>
<b>3.7.</b>	<b>Sinais Clínicos e Alterações Histopatológicas</b> .....	<b>19</b>
<b>3.8.</b>	<b>Exame Radiográfico do Casco</b> .....	<b>19</b>
<b>3.9.</b>	<b>Características Radiográficas Normais do Dígito</b> .....	<b>20</b>
<b>3.9.1.</b>	<u>Projeção lateromedial</u> .....	<b>20</b>
<b>3.9.1.1.</b>	<i>Relação entre a superfície dorsal da parede do casco e a superfície dorsal da falange distal</i> .....	<b>21</b>
<b>3.9.1.2.</b>	<i>Relação entre o ângulo da parede do casco e o ângulo dos talões</i> .....	<b>21</b>
<b>3.9.1.3.</b>	<i>Distância de afundamento</i> .....	<b>22</b>
<b>3.9.1.4.</b>	<i>Profundidade da sola</i> .....	<b>22</b>
<b>3.9.1.5.</b>	<i>Ângulo Palmar</i> .....	<b>22</b>
<b>3.9.1.6.</b>	<i>Alinhamento do eixo casco-quartela</i> .....	<b>22</b>
<b>3.9.1.7.</b>	<i>Centro de rotação e suporte da pinça</i> .....	<b>23</b>
<b>3.9.1.8.</b>	<b>Breakover</b> .....	<b>23</b>
<b>3.9.1.9.</b>	<i>Comprimento da falange média</i> .....	<b>23</b>

---

3.9.2.	<u>Projeção dorsopalmar horizontal</u> .....	24
3.9.3.	<u>Projeção dorsoproximal-palmarodistal oblíqua</u> .....	24
3.10.	<b>Características Radiográficas do Dígito de Equinos com Laminite..</b>	24
3.10.1.	<u>Projeção Lateromedial</u> .....	25
3.10.2.	<u>Projeção dorsopalmar horizontal</u> .....	25
3.10.3.	<u>Projeção dorsoproximal-palmarodistal oblíqua</u> .....	26
4.	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
5.	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	32
5.1.	<i>Comparação entre éguas adultas controle de haras e de exposição</i> .....	32
5.2.	<i>Comparação entre jovens e adultas</i> .....	33
5.3.	<i>Comparação entre Grupo Obeso e Grupo Controle</i> .....	34
5.4.	<i>Correlação entre as variáveis de éguas jovens</i> .....	40
5.5.	<i>Correlação entre as variáveis de éguas adultas</i> .....	47
6.	<b>CONCLUSÕES</b> .....	52
7.	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	52

---

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1. Média e desvio padrão das variáveis de adiposidade e casco do Grupo Adulto controle do haras (n = 16 cascos) e da exposição (n = 12 cascos), e valor de P para comparação entre as éguas do haras e da exposição.....	32
Tabela 2. Média e desvio padrão das variáveis de adiposidade e das variáveis casco do Grupo Controle e valor de P ao comparar as éguas jovens com as adultas.....	33
Tabela 3. Média e desvio padrão das variáveis de adiposidade e das variáveis casco do Grupo Obeso e valor de P ao comparar as éguas jovens com as adultas.....	34
Tabela 4. Valores mínimo, máximo, média e desvio padrão das variáveis adiposidade do Grupo Controle (n = 16 cascos) e do Grupo Obeso (n = 28 cascos) de éguas jovens, até cinco anos de idade, e valor de P para comparação entre os grupos.....	35
Tabela 5. Valores mínimo, máximo, média e desvio padrão das variáveis casco do Grupo Controle (n = 16 cascos) e do Grupo Obeso (n = 28 cascos) de éguas jovens, até cinco anos de idade, e valor de P para comparação entre os grupos.....	36
Tabela 6. Valores mínimo, máximo, média e desvio padrão das variáveis adiposidade do Grupo	

Controle (n = 27 cascos) e do Grupo Obeso (n = 26 cascos) de éguas adultas, acima de cinco anos de idade, e valor de P para comparação entre os grupos.....	37
Tabela 7. Valores mínimo, máximo, média e desvio padrão das variáveis casco do Grupo Controle (n = 27 cascos) e do Grupo Obeso (n = 26 cascos) de éguas adultas, acima de cinco anos de idade, e valor de P para comparação entre os grupos.....	39
Tabela 8. Correlações entre as variáveis adiposidade do Grupo Jovem, éguas até 5 anos de idade (n= 44 cascos).....	41
Tabela 9. Correlações entre as variáveis adiposidade e variáveis casco do Grupo Jovem, éguas até 5 anos de idade (n= 44 cascos).....	44
Tabela 10. Correlações entre as variáveis casco do Grupo Jovem, éguas até 5 anos de idade (n= 44 cascos).....	46
Tabela 11. Correlações entre as variáveis adiposidade do Grupo Adulto, éguas com mais de 5 anos de idade (n= 53 cascos).....	47
Tabela 12. Correlações entre as variáveis adiposidade e variáveis casco do Grupo Adulto, éguas com mais de 5 anos de idade (n= 53 cascos).....	50
Tabela 13. Correlações entre as variáveis casco do Grupo Adulto, éguas com mais de 5 anos de idade (n= 53 cascos).....	51

---

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1. Ilustração dos escores de deposição de gordura na crista do pescoço (Carter et al. 2009).....	28
Figura 2. Ilustração do procedimento que foi usado na mensuração da circunferência do pescoço em cavalos, considerando-se três pontos iniciais: 25% (A), 50% (B) e 75% (C) da distância do topo da cabeça até o topo da cernelha (Distância X). Adaptado de Frank et al. (2006).....	28
Figura 3. Ilustração do posicionamento radiográfico lateromedial (Stashak, 2002)....	29
Figura 4. Imagem de análise radiográfica realizada em cascos de membros torácicos de fêmeas da raça Campolina por meio do Software Metron Hoof Pro, demonstrando aplicação da correção do fator de ampliação por meio da inserção da medida do marcador radiopaco.....	30
Figura 5. Imagens de mensurações radiográficas realizadas em cascos de membros torácicos de fêmeas da raça Campolina por meio do Software Metron Hoof Pro. A) Ângulo palmar da falange distal e distância entre os planos horizontais entre a banda coronária e o ápice do processo extensor da falange distal, chamada distância de afundamento. B) Espessura ou profundidade de sola. C) Ângulo de casco.....	30
Figura 6. Imagens de mensurações radiográficas realizadas em cascos de membros torácicos de	

---

fêmeas da raça Campolina por meio do Software Metron Hoof Pro. A) Distâncias entre as superfícies dorsais da falange distal e da parede do casco, proximal (CF Prox.) e distal (CF Distal). B) Suporte de pinça. C) Comprimento de falange média (P2)..... 31

Figura 7. Imagens de mensurações radiográficas realizadas em cascos de membros torácicos de fêmeas da raça Campolina por meio do Software Metron Hoof Pro. A) Ângulo da interfalângica distal (Inter. Dist.). B) Ângulo da interfalângica proximal (Inter. Prox.). C) Ângulo entre as superfícies dorsais da falange distal e da parede do casco (rotação), do ângulo do eixo casco-quartela (casco-quartela) e da distância do breakover..... 31

---

---

### LISTA DE ABREVIATURAS

---

ECC – escore de condição corporal

SME – síndrome metabólica equina

RI – resistência a insulina

mm – milímetro

MMP – metaloproteinases da matriz

TNF $\alpha$  – fator de necrose tumoral

SIRS – síndrome da resposta inflamatória sistêmica

cm – centímetros

m – metros

casco-falange - distância entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal

TFDP – tendão flexor digital profundo

AIP – articulação interfalângica proximal

AID – articulação interfalângica distal

AINEs – anti-inflamatórios não esteroidais

Kv – kilovoltagem

mAs – miliamperagem por segundo

Afundamento - distância entre os planos horizontais entre a banda coronária e o ápice do processo extensor da falange distal

Âng. Casco - ângulo da parede dorsal do casco

---

---

CF Prox - distância entre a superfície dorsal da falange distal e da parede do casco proximal

CF Dist - distância entre a superfície dorsal da falange distal e da parede do casco distal

Sup. Pinça - porcentagem do suporte de pinça

Comp. P2 - comprimento da falange média

Inter. Dist - ângulo da articulação interfalângica distal

Inter Prox - ângulo da articulação interfalângica proximal

Rotação - ângulo entre as superfícies dorsais da falange distal e da parede do casco

Casco-Quartela - ângulo do eixo casco-quartela

MTD – membro torácico direito

MTE – membro torácico esquerdo

Esc. Pescoço – escore de pescoço

Comp. Pesc. – comprimento de pescoço

Diam. Pesc. – diâmetro do pescoço

MM – Mangalarga Marchador

---

## RESUMO

Estudos prévios têm demonstrado alterações radiográficas em cascos de equinos nacionais obesos. Os objetivos foram estudar, por meio de avaliação radiográfica, a relação espacial entre estojo córneo e falange distal de equinos fêmea da raça Campolina com e sem obesidade. Foram utilizadas 49 éguas Campolina, 38 éguas examinadas durante a exposição nacional da raça e 11 oriundas da criatórios da região de Entre Rios de Minas, MG. Foram analisadas variáveis de adiposidade e medidas radiográficas dos cascos dos membros torácicos de éguas com escore corporal de 5 a 7/9 (Grupo Controle) e de 8 a 9 (Grupo Obeso) em duas faixas etárias: jovens (3 a 5 anos) e adultas (6 a 14 anos). Foram feitas comparações entre os grupos e correlacionou-se as variáveis adiposidade entre si, variáveis adiposidade com variáveis casco e variáveis casco entre si. Utilizou-se o teste t de Student para variáveis paramétricas e o Mann-Whitney para as não-paramétricas, e para as medidas de correlação, utilizou o teste de Pearson para amostras paramétricas e de Spearman para comparações que envolvam pelo menos uma variável não paramétrica ( $P < 0,05$ ). Os resultados demonstraram que éguas Campolinas obesas, principalmente as adultas, apresentam alterações na relação espacial entre o estojo córneo e a falange distal, com destaque para aumento da distância de afundamento. A intensidade dessas alterações ocorre de forma proporcional ao aumento do acúmulo de gordura subcutânea, principalmente na região do pescoço. Esses achados corroboram estudos prévios nas raças Crioulo e Mangalarga Marchador e indicam que a obesidade predispõe laminite endocrinopática em equinos de raças nacionais.

Palavras-chave: Campolina, escore corporal, éguas, laminite.

## ABSTRACT

Previous studies have demonstrated radiographic changes in the hoof of obese horses. The objectives were to study through radiographic evaluation the spatial relationship between the hoof capsule and the distal phalanx of Campolina mares with and without obesity. 49 Campolina mares were used, 38 mares were examined during the breeders' national exhibition and 11 coming from Entre Rios de Minas, MG farms. We analyzed adiposity variables and radiographic measurements of the hoof of both forelimbs of mares with body condition score from 5 to 7/9 (Control group) and from 8 to 9 (Obese group) considering two different age groups: young mares (3-5 years) and adult mares (6-14 years). Comparisons were made between groups using the Student t test for parametric variables and the Mann-Whitney test for the nonparametric ones. Pearson or Spearman tests were used to evaluate the correlation among parametric and nonparametric variables respectively ( $P < 0.05$ ). Results showed that obese Campolina mares presented changes in the spatial relationship between the hoof capsule and the distal phalanx, especially an increasing founder distance in the adult ones. The intensity of these changes occurs in proportion to the increase in subcutaneous fat accumulation, especially in the neck. These findings corroborate previous studies in Criollo and Mangalarga Marchador breeds and indicate that obesity predisposes Brazilian horses to endocrinopathic laminitis.

Keywords: Campolina, body condition score, equine, laminitis.

## 1. INTRODUÇÃO

A laminite é a segunda afecção que mais promove óbitos em equinos, atrás apenas da síndrome cólica. Dentre as doenças do casco, é a mais grave, causando alterações irreversíveis às estruturas e enorme sofrimento ao animal. Como consequência, gera alto investimento financeiro e requer tempo e energia de proprietários e veterinários, fazendo com que a eutanásia seja uma medida comumente adotada (Pollitt, 2008).

Muitos pesquisadores vêm estudando, há muitos anos, a laminite em equinos. Apesar disso, ainda pouco se sabe, principalmente, a respeito da fisiopatologia e tratamento. Portanto, existem diversas teorias sobre a fisiopatologia da laminite. As de maior destaque, atualmente, são a inflamatória e a endocrinopática (Asplin et al., 2007; Pollitt, 2008; Paes Leme et al., 2010; Katz e Bailey, 2012).

Dentre as doenças hormonais, a síndrome metabólica é considerada como uma das principais causas de laminite em equinos em todo o mundo. O termo síndrome metabólica equina (SME) foi aceito pela Associação Americana de Medicina Interna e descreve o aumento da adiposidade associada à resistência à insulina (RI), que caracteriza as alterações endócrinas. O aumento da obesidade em equinos está relacionado ao padrão nutricional contemporâneo, à falta de atividade física adequada e ao padrão de beleza estipulado pelos criadores (Frank, 2011; Paz et al., 2013). Pouco ainda se sabe a respeito dos efeitos maléficos da obesidade sobre a saúde dos equinos e, também, ainda não está bem definida a fisiopatologia da laminite causada por essas alterações hormonais. Porém, a associação entre obesidade e laminite é evidente e já alcança níveis alarmantes.

Para avaliação da adiposidade, alguns parâmetros podem ser levados em consideração como escore de condição corporal (ECC), que varia de 1 a 9 (Henneke et al. 1983), deposição de gordura na crista do pescoço, variando em uma escala de 0 a 5 (Carter et al. 2009), e medidas da circunferência do pescoço tomadas em três alturas diferentes (25%, 50% e 75%) em relação ao comprimento total do pescoço (Frank et al. 2006).

Equinos obesos desenvolvem um quadro com características diferentes da laminite causada por doenças sistêmicas ou sepsé. Seu curso é subclínico, ocorrendo alterações importantes nas estruturas do casco, mesmo antes do aparecimento dos primeiros sintomas. Com isso, o diagnóstico precoce é a principal forma de controle desse tipo de laminite (Walsh et al., 2009).

Um dos melhores exames utilizados para avaliar estas alterações nas estruturas do casco e conseguir um diagnóstico precoce é o exame radiográfico. Porém, poucos estudos procuram correlacionar os achados radiográficos próprios da laminite às características de obesidade, principalmente na literatura e nas raças nacionais (Magalhães et al., 2014).

Em estudos prévios do nosso Grupo de Pesquisa, trabalhando com as raças nacionais Crioulo, Mangalarga Marchador e mestiços de Brasileiro de Hipismo, verificaram-se diferenças entre as medidas consideradas padrão de normalidade nos estudos internacionais e as medidas encontradas nos animais clinicamente normais (Paz et al., 2013; Xavier et al., 2014; Magalhães et al., 2014). Esses achados sugerem cautela na análise morfométrica de equinos de raças nacionais para diagnóstico e avaliação da laminite, visto que, de modo geral, as medidas encontradas foram superiores às relatadas na literatura internacional. E ainda, revelam a necessidade de mais estudos para se estabelecerem parâmetros para as raças nacionais.

Ainda, nos estudos prévios, foram encontradas correlações positivas entre o aumento da adiposidade e alterações das medidas do dígito. Esses achados representam claramente um alerta quanto ao risco de desenvolvimento de laminite com o aumento da adiposidade em equinos de raças nacionais.

Uma raça de origem mineira e até então não estudada quanto a este aspecto é a Campolina. Até os anos 2000, haviam sido registrados 71.991 equinos pela Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Campolina. Muito utilizado para cavalgadas, os cavalos dessa raça têm origem em Entre Rios de Minas, Minas Gerais e hoje possuem representantes em quase todas as unidades da federação (Procópio et al., 2003).

## **2. OBJETIVOS**

Estudar, por meio de avaliação radiográfica, a relação espacial entre o estojo córneo e a falange distal de equinos fêmeas da raça Campolina.

Avaliar possíveis correlações entre diversas medidas radiográficas do casco de fêmeas da raça Campolina em duas faixas etárias: jovens e adultas.

Comparar fêmeas jovens e adultas da raça Campolina com e sem sinais de obesidade quanto a variáveis de adiposidade e medidas radiográficas do casco.

Avaliar possíveis correlações entre medidas radiográficas do posicionamento da falange distal e sinais de obesidade em fêmeas jovens e adultas da raça Campolina.

## **3. REVISÃO**

### **3.1. Estrutura do casco**

O casco é uma estrutura complexa que reveste a região mais distal do membro do equino. É um componente especializado do tegumento, preparado para suportar o peso do animal, absorver impacto e resistir ao desgaste (Parks, 2003; The Glass Horse, 2004). O casco é formado pela queratinização epitelial sobre uma derme (cório) bastante modificada, contínua com a derme comum de pele na região da coroa (Dyce, 2010). A parede do casco é composta pelo extrato externo, extrato médio e extrato interno (extrato lamelar). O extrato interno é formado pelas lâminas que fixam a falange distal à superfície interna da parede do casco, formando uma interface laminar. Essa interface é composta por tecido epidermal (avascular) e dermal (vascular) e suas lamina primárias e secundárias, as quais dão origem a junção dermal-epidermal. O limite entre essa junção é a membrana basal, responsável por manter a integridade estrutural do dígito e contribuir com o controle da termoregulação e com a troca de nutrientes (Morgan et al., 1999; Katz e Bailey, 2012).

### **3.2. Laminite**

A laminite é a doença mais grave que acomete os cascos dos equídeos. De forma simplificada, o conceito seria inflamação com perda da integridade do tecido lamelar do casco, que é o tecido que fixa a falange distal ao estojo córneo. Essa perda de integridade juntamente com as forças que atuam sobre as falanges, as quais são resultantes do peso do animal e do tendão flexor

digital profundo, principalmente, podem permitir o deslocamento da falange distal com consequente rotação e ou afundamento (Pollitt, 1996; Pollitt, 1999; Laskoski, 2015).

É uma doença antiga, que apesar de ser muito estudada, ainda não se sabe o mecanismo exato do desenvolvimento (Pollitt, 2008; Laskoski, 2015). Porém, pesquisadores vêm tentando demonstrar o envolvimento de diversos mecanismos na fisiopatogenia da laminite. Dentre eles, os principais mecanismos citados são: disfunção vascular, enzimático, endócrino e inflamatório (Katz e Bailey, 2012).

### **3.3. Teoria da Disfunção Vascular**

Trabalhos utilizando métodos de diagnóstico auxiliares para avaliação da atividade vascular do casco, como a venografia, podem indicar uma potencial susceptibilidade do casco com laminite a sofrer injúria de isquemia e reperfusão devido à disfunção vascular. Inicialmente, parece ocorrer uma vasoconstrição com diminuição do aporte sanguíneo para as laminais dorsais do casco. Esse evento ocorre tanto no modelo de indução de laminite por excesso de carboidrato quanto pelo extrato de noqueira preta, uma vez que mediadores inflamatórios presentes na fase de desenvolvimento da laminite, como as citocinas, podem causar esse efeito de constrição dos vasos. A vasoconstrição, então, acarreta em aumento da pressão e edema tecidual, podendo evoluir para necrose (Katz e Bailey, 2012; Laskoski, 2015).

Contestando a teoria de que a vasoconstrição é o evento primordial para o desenvolvimento da laminite, estudos demonstraram a ausência de uma enzima que deveria ser liberada durante uma isquemia tecidual, a xantina oxidase (Loftus et al., 2007). Outros estudos, ainda, demonstraram a ocorrência de vasodilatação no início da afecção, associada a aumento de temperatura e a aumento no fluxo sanguíneo no tecido laminar comprovado por cintilografia (Trout et al., 1990; Pollitt e Davies, 1998). Sugerindo assim, que é o aumento da irrigação do tecido local que contribui para a lesão nas interdigitalidades, e não a vasoconstrição. Corroborando, de certa forma, com essa ideia, Van Eps e Pollitt (2004) conseguiram impedir lesão no tecido laminar em equinos com laminite induzida usando crioterapia.

Sabe-se, no entanto, que na laminite crônica, ocorre redução do fluxo sanguíneo principalmente na região das lâminas dorsais do casco, detectado por meio de venografia. Com isso, existe um aumento do fluxo sanguíneo digital, porém com redução da perfusão tecidual (Baldwin e Pollitt, 2010).

Outros eventos que podem estar presentes e contribuir para a redução ou até mesmo ausência do fluxo sanguíneo para o tecido laminar do casco são agregação e adesão plaquetária, gerando microtrombos. Apesar de alguns estudos descreverem a presença desses microtrombos em vasos laminares, muitos estudos histopatológicos não citam esse achado (Weiss et al., 1994; Martins Filho et al., 2008).

### **3.4. Teoria Enzimática**

As principais enzimas implicadas nessa teoria são as metaloproteinases da matriz (MMP) 2 e 9. Essas são colagenases presentes no tecido laminar do casco que auxiliam a modular o crescimento da muralha. Porém, quando ativadas, degradam componentes da membrana basal, principalmente o colágeno. A ativação dessas enzimas ainda é pouco conhecida, mas parece haver o envolvimento de toxinas bacterianas e de citocinas inflamatórias, como o fator de necrose tumoral alfa (TNF $\alpha$ ). Dentre as toxinas bacterianas, aquelas advindas do *Streptococcus*

*bovis*, absorvidas do trato gastrointestinal do cavalo, são de grande importância (Pollitt, 1996; Pollitt, 1999).

Em um estudo experimental no qual cavalos foram submetidos à obstrução intestinal, foi observado aumento significativo de MMP-2 no tecido laminar do casco desses animais. Porém, foi sugerido que esse aumento seria consequência das alterações do tecido do casco e não a causa da afecção (Visser e Pollitt, 2012; Laskoski et al., 2013).

### **3.5. Teoria Inflamatória**

Muitos pesquisadores vêm demonstrando a presença de diversos eventos inflamatórios, principalmente na fase de desenvolvimento da laminite. Alguns desses eventos inflamatórios apresentados são: elevação das proteínas plasmáticas, mediadores inflamatórios como as interleucinas e o TNF- $\alpha$ , espécies reativas de oxigênio, infiltração leucocitária tecidual (Fagliari et al., 1998; Hurley et al., 2006; Loftus et al., 2007; Faleiros et al., 2009a; Laskoski et al., 2013). Infecção com liberação de endotoxinas, injúria tecidual extensa ou síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SIRS), são fatores de ativação inflamatória sistêmica que podem ser origem da laminite inflamatória (Faleiros et al., 2008; Bailey et al., 2009).

Mediadores químicos liberados a partir de um foco inflamatório são capazes de promover a ativação e a infiltração de leucócitos em órgãos distantes da lesão original. Assim como acontece na falência de múltiplos órgãos no homem, a laminite pode se desenvolver como uma injúria à distância secundária a síndrome da resposta inflamatória sistêmica (Faleiros et al., 2008; Belknap et al., 2009). No modelo de indução de laminite por sobrecarga de carboidratos, ocorre aumento de quimiocinas no tecido do casco, que coincide com o momento em que os cavalos apresentam aumento de temperatura retal e claudicação. De acordo com Faleiros et al. (2011), isso está relacionado à ativação e migração de leucócitos nas lâminas do casco. Semelhante ao que acontece no modelo de indução de laminite por sobrecarga de carboidratos, a indução por administração de extrato de noqueira preta induz infiltração leucocitária nas lâminas do casco, porém mais rapidamente, a partir de 1 hora e meia após a indução e as alterações teciduais são menos graves (Faleiros et al., 2009a). Já na injúria de isquemia e reperfusão, que ocorre em afecções intestinais com obstrução, também foram observadas alterações no tecido do casco decorrente da ativação inflamatória sistêmica (Rio Tinto et al., 2004; Laskoski et al., 2010).

Paes Leme et al. (2010) induziram laminite em equinos através da administração de carboidratos e realizaram biópsia de casco para avaliação histopatológica. Observaram infiltrado neutrofílico em 80% das amostras dos animais com laminite induzida, caracterizando a presença de inflamação como origem dos eventos que culminaram em lesão das lâminas do casco.

### **3.6. Teoria Endócrina**

A laminite endocrinopática está relacionada a alterações endócrinas como hiperinsulinemia e, principalmente, resistência à insulina. Essas alterações podem ser encontradas em cavalos com síndrome de Cushing, animais obesos ou até mesmo aqueles que receberam altas concentrações de glicocorticoides por período prolongado (Ryu et al., 2004; De Laat et al., 2010). Os animais acometidos, em contraste com o que acontece na laminite de origem inflamatória, apresentam sinais clínicos mais brandos. Muitas vezes já existem rotação da falange distal e alterações estruturais do casco antes do início de sinais de dor ou com sinais apenas de desconforto (Johson, 2002a).

A síndrome de Cushing, também denominada disfunção da pars intermédia da pituitária, ocorre geralmente em equinos acima de 15 anos de idade devido a um dano oxidativo dos neurônios dopaminérgicos. Esses neurônios deixam de inibir a produção de melanocortinas pela pars intermédia, fazendo com que tenha elevada produção dessa e consequente hipertrofia da pars intermédia. Animais com essa síndrome apresentam crescimento anormal dos pelos, acúmulo de tecido adiposo localizado, poliúria e polidipsia e, também, desenvolvem laminite (Johnson et al., 2002b; McFarlane et al., 2005).

Semelhante ao que ocorre em humanos, a obesidade em animais domésticos está cada vez mais presente. Isso não é diferente com os cavalos, que também estão sujeitos às práticas contemporâneas de receber ração com altos níveis energéticos associada à pouca prática de exercícios. Além disso, proprietários de cavalos consideram aceitável e até mesmo desejável que os animais estejam gordos. Ainda, algumas categorias de competição no meio equestre avaliam características físicas dos animais e favorecem aqueles com certo grau de deposição de gordura. Porém, assim como a obesidade gera graves consequências à saúde humana, equinos obesos também podem apresentar efeitos dessa doença, como intolerância ao exercício, ineficiência termo-regulatória, performance reprodutiva anormal, desenvolvimento de lipomas, resistência à insulina (RI) e laminite (Johnson et al., 2009).

O termo Síndrome Metabólica Equina (SME) vem sendo recentemente utilizado para definir aumento de adiposidade associado à RI, resultando em alto risco de desenvolver laminite. Na verdade, a RI é reconhecida há muitos anos causando doenças em equinos. Porém, o grande interesse recente de pesquisadores nesse assunto se deve ao reconhecimento da sua influência na patofisiologia da laminite. Enquanto em humanos a síndrome metabólica inclui presença de RI, obesidade, hipertensão, estado pró-inflamatório e pró-trombótico e avalia-se o perímetro abdominal como característica de risco, a principal característica física de equinos acometidos é a presença de gordura localizada na crista do pescoço. Isso sugere que a circunferência do pescoço pode ser um indicador prático para suspeita de RI (Johnson et al., 2009).

Pôneis são muito acometidos por esse tipo de laminite, por estarem comumente acima do peso. Estudos experimentais induziram laminite em pôneis por meio de infusão contínua de insulina em pôneis normais e alimentação rica em carboidratos, sem que houvesse eventos inflamatórios envolvidos no processo de desenvolvimento da laminite. Esses achados demonstraram que outras causas de injúria estão envolvidas no desenvolvimento da laminite endocrinopática, como por exemplo, alterações vasculares (De Laat et al., 2010; Belknap et al., 2011).

Estudos recentes do nosso grupo de pesquisa demonstraram haver correlação positiva entre sobrepeso e medidas radiográficas indicadoras de laminite em equinos de raças nacionais. Paz et al. (2013) realizaram o primeiro estudo controlado demonstrando que éguas obesas da raça Crioulo estão mais predispostas a apresentar alterações no posicionamento da falange distal sem apresentar histórico ou sinal clínico de laminite. Xavier et al. (2014), ao estudar equinos de patrulhamento, encontraram correlação entre variáveis de adiposidade (ECC e espessura do tecido adiposo na base da cauda) e os achados radiográficos do dígito (ângulo palmar, distância entre a região dorsal da parede do casco e da falange distal), indicando uma possível associação entre obesidade e laminite. Magalhães et al. (2014), assim como nos trabalhos citados acima, encontraram correlações positivas entre índices de obesidade e distância de afundamento da falange distal, indicando que éguas Mangalarga Marchador também estão sujeitas a desenvolver laminite associada a obesidade. Nos três trabalhos citados, os autores chamaram atenção para a diferença entre as medidas radiográficas do dígito dos equinos normais das raças nacionais com relação às medidas consideradas normais preconizadas pela literatura internacional. Assim, é

preciso cautela ao comparar essas medidas quando avaliamos equinos de raças nacionais, além da necessidade de estudos para estabelecer parâmetros para as raças nacionais.

### **3.7. Sinais Clínicos e Alterações Histopatológicas**

Os sinais clínicos da laminite caracterizam três fases principais da doença: fase prodrômica, fase aguda e fase crônica. A fase que abrange o desenvolvimento da laminite, que inicia as alterações no tecido laminar do dígito, é a prodrômica. Durante essa fase, o animal apresenta aumento do pulso digital e sinais de sepsis, como mucosas congestas, taquicardia, aumento do tempo de preenchimento capilar, hipertermia, anorexia e redução da motilidade intestinal (Pollitt, 1999) ou diarreia (Lima, et al., 2013). Esses sinais podem durar aproximadamente 24 a 48 horas (Lima, et al., 2013). Quando se observa desconforto podal, troca de apoio dos membros, claudicação, relutância em permanecer em estação e/ou em caminhar significa que o animal está na fase aguda. Nesse momento faz-se a avaliação dos graus de Obel para quantificar a intensidade da dor. Há aumento do pulso digital e da temperatura do casco. A doença pode, então, estabilizar e reparar o tecido do casco ou evoluir para a fase crônica, caracterizada radiograficamente por rotação e/ou afundamento da falange distal (Hood, 1999; Morrison, 2010). A intensidade da dor manifestada pelo animal com laminite geralmente está relacionada com a gravidade das alterações radiográficas, com exceção dos casos de laminite endócrionopática, no qual os sinais clínicos tendem a ser mais brandos. Além das alterações radiográficas, o animal com laminite crônica pode apresentar deformações no casco, como formação de anéis na muralha, alongamento de pinça e talão, perfuração de sola, sulco na coroa do casco, podendo culminar no resultado mais grave que é a perda do estojo córneo (Johnson et al., 2002a; Morrison, 2010).

É importante ressaltar que o início do processo de destruição das lâminas do casco ocorre na fase prodrômica, antes do início da manifestação de dor nos cascos. Por isso a importância em detectar rapidamente o fator desencadeador da laminite e iniciar o tratamento desse problema e a prevenção da laminite. Uma vez manifestada dor nos cascos, lesões lamelares já estão acontecendo (Pollitt, 2008).

Das alterações histopatológicas causadas pela laminite, as mais comuns são as que envolvem as interdigitações formadas entre as lâminas dérmicas e epidérmicas do tecido laminar do casco, as quais são unidas pela membrana basal. São estas as estruturas responsáveis pela união entre a falange distal e a muralha do casco. Alterações observadas nos núcleos das células basais, no formato das lâminas epidérmicas secundárias e no contorno da membrana basal são consideradas para classificar a gravidade do caso. Diferentemente dos casos de laminite endócrionopática, no qual as lesões são mais brandas e não correspondem a gravidade do caso (Pollitt, 1996; Karikoski et al., 2014).

### **3.8. Exame Radiográfico do Casco**

O exame radiográfico é essencial em todos os casos suspeitos de laminite, por produzir valiosas informações sobre a presença, severidade, cronicidade e natureza progressiva da doença. Para obter o máximo de informações através do exame radiográfico, a preparação do casco é essencial. A parede, a sola e a rasilha devem estar bem limpas e aparadas, as ferraduras, preferencialmente, removidas. O equino deve estar em estação sobre dois blocos de madeira de igual altura, 10 a 15 cm de altura, em uma superfície plana. Os metacarpos/metatarsos devem estar perpendiculares à superfície do solo e paralelos entre si para manter a relação anatômica normal entre o casco e a falange distal e entre as falanges. O feixe de raio-x deve estar a uma

distância predeterminada do chassi, em ângulos retos com o plano sagital do dígito. O exame radiográfico do membro contralateral, no caso de afecção unilateral, deve ser realizado, assim como, em alguns casos, é necessário o acompanhamento da evolução nos quatro membros (Pollitt, 2008; Sherlock e Parks, 2013).

As projeções radiográficas para avaliação da laminite estão bem padronizadas e incluem as posições lateromedial, dorsopalmar horizontal e dorsoproximal-palmarodistal oblíqua (Sherlock e Parks, 2013).

A projeção lateromedial é utilizada para identificar a largura dorsal do estojo córneo e da porção não queratinizada adjacente, separadamente. Para facilitar a avaliação das alterações anatômicas, um marcador radiopaco deve ser fixado à parede dorsal do casco, como a pasta de bário ou um fio de metal. O marcador radiopaco deve ter tamanho conhecido para que se possa corrigir erros de ampliação da imagem radiográfica. Porém, quando a parede do casco apresenta muitas irregularidades, o fio de metal pode não ficar bem posicionado, podendo dificultar uma adequada avaliação. Nesses casos, a pasta de bário poderia ser uma escolha melhor, mas a dificuldade em medir o comprimento linear correto pode acarretar em erros de ampliação durante a avaliação da imagem. Muita atenção deve ser dada ao posicionamento correto desse marcador. Esse deve ser fixado na linha sagital dorsal do casco, com seu limite proximal na banda coronária. Para facilitar a identificação da banda coronária pode-se fazer tricotomia da região. Alguns autores defendem a marcação do ápice da ranilha com um marcador radiopaco, como uma tachinha de metal, porém, outros acreditam que a identificação do ápice da ranilha, que corresponderia ao local de inserção do tendão flexor digital profundo na face flexora da falange distal, é confusa e pode ser ilusória (Redden, 2003; Parks e O'Grady, 2003). Para obter a radiografia lateromedial, para avaliação da laminite, deve-se centralizar o raio laser, ou o feixe do raio, do aparelho de raio-x paralelo ao solo e aos bulbos, exatamente no meio entre as superfícies dorsal e palmar/plantar do casco e no meio entre a coroa e a sola do casco, que corresponde geralmente a uma linha de 1 a 2 cm proximal a margem da sola (Floyd et al., 2007; Sherlock e Parks, 2013).

Para a projeção dorsopalmar horizontal, a marcação da banda coronária com um marcador radiopaco na metade do quarto prioriza a obtenção de imagens que melhoram a avaliação entre o processo palmar e a banda coronária ipsilateral. Do mesmo modo, colocando um marcador radiopaco na região abaxial da parede do casco melhora a estimativa da espessura da parede abaxial. Para obter a radiografia dorsopalmar horizontal, deve-se centralizar o raio laser do aparelho de raio-x na região central dorsal do casco, aproximadamente de 1 a 2 cm acima da margem da sola, e paralelo a superfície do solo. O chassi deve ser posicionado palmar ao membro (Floyd et al., 2007; Sherlock e Parks, 2013).

A projeção dorsoproximal-palmarodistal oblíqua é raramente considerada parte da rotina de avaliação da evolução da laminite. Essa projeção destaca a margem solear da falange distal e facilita a identificação de lesões nessa área. Para obter essa projeção, o casco pode ser apoiado em um bloco de madeira para navicular ou apoia-se apenas a pinça no bloco de madeira comum, com um auxiliar segurando o membro mantendo o casco a aproximadamente 55° horizontal ao solo. O feixe deve ser centrado proximal à linha coronária, no centro do casco e o chassi deve ser posicionado palmar ao casco (Floyd et al., 2007; Sherlock e Parks, 2013).

### **3.9. Características Radiográficas Normais do Dígito**

#### **3.9.1. Projeção lateromedial**

### *3.9.1.1. Relação entre a superfície dorsal da parede do casco e a superfície dorsal da falange distal*

Através da projeção lateromedial pode-se avaliar a superfície dorsal da parede do casco e a superfície dorsal da falange distal, que devem estar próximas do paralelismo. A maioria dos equinos adultos normais possui uma distância semelhante entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal (casco-falange) ao longo de toda superfície, ou seja, tanto na região proximal quanto na região distal. Isso se deve ao paralelismo entre elas. Porém, a distância na região distal pode ser menor do que na região proximal, devido ao ângulo mais agudo da falange distal com o solo comparado com o ângulo da parede dorsal do casco com o solo. (Redden, 2003; Sherlock e Parks, 2013).

A distância entre a parede dorsal do casco e a superfície dorsal da falange distal pode variar de acordo com a raça e o porte do cavalo. Na maioria dos equinos das raças Puro Sangue, Quarto de Milha e outras raças menores (< 1,50 m de altura), essa distância varia entre 14 a 18 mm ou < 19 mm (Cripps e Eustace, 1999; Redden, 2003; Fraley, 2007). Nas raças “Warmblood” (American Warmblood, Appaloosa, Canadian, Don, Morgan, Palomino, Criollo, Lusitano, Mustang, Paint Horse, Quarter Horse, entre outras), essa distância varia entre 18 a 20 mm (Sloet Van Oldruitenborgh-Oosterbaan, 1999), já nas raças “Standardbreds” ([Trotador De Norfolk](#), [Hackney](#), [Morgan](#), entre outras) a distância varia entre 20 a 22 mm (Redden, 2003). Raros são os estudos em raças nacionais, como Mangalarga Marchador, Mangalarga Paulista, Brasileiro de Hipismo, Campolina, entre outras, contudo Magalhães et al. (2014) relataram distância média de 19,65 mm em éguas Mangalarga Marchador normais e Xavier et al. (2014) relataram distância média de 17 mm em equinos de patrulhamento da Polícia Militar de Minas Gerais de diferentes raças, também normais. Essa mensuração, quando avaliada juntamente com o ângulo palmar, pode fornecer importantes informações em relação à rotação da falange distal (Redden, 2003).

No intuito de minimizar a grande variação individual da distância casco-falange, alguns autores descrevem a distância casco-falange como porcentagem do comprimento palmar da falange distal mensurada desde o ápice da falange distal até sua articulação com o osso navicular. Em equinos clinicamente normais, a distância casco-falange deve ser < 30% do comprimento palmar da falange distal (Linford et al., 1993; Peloso et al., 1996; Sherlock e Parks, 2013). Contudo, Paz et al. (2013) encontraram uma média de 34,35% em éguas Crioulas normais.

### *3.9.1.2. Relação entre o ângulo da parede do casco e o ângulo dos talões*

Apesar de estar descrito que as superfícies dorsal da parede do casco e a palmar dos talões devem ser paralelas, mais recentemente notou-se que o ângulo dos talões em alguns equinos é significativamente mais agudo ( $43,5 \pm 6,3^\circ$ ) do que o ângulo da parede dorsal do casco (Butler et al., 2008; Dyson et al., 2011). Isso pode ser explicado pelo maior desgaste da região dos talões, que é mais fina e flexível do que a parede do casco na região da pinça (Parks, 2003; O’Grady, 2008). Nos cascos dos membros torácicos, a medida do ângulo da parede dorsal encontrada foi de aproximadamente  $52,2 \pm 3,7^\circ$  (Eliashar et al., 2004; Dyson et al., 2011). Radiograficamente, a parede dorsal do casco deve ser reta e lisa na maioria dos equinos, porém, suaves concavidades e convexidades podem ser encontradas na parede dorsal do casco em equinos sadios (Dyson et al., 2011). Deve-se dar especial atenção à aparência clínica do casco para verificar se há iatrogenismo na aparência lisa da parede do casco causada por casqueamento (Sherlock e Parks, 2013).

### 3.9.1.3. Distância de afundamento

A distância de afundamento da falange distal é a distância vertical medida entre o plano correspondente à região mais proximal do processo extensor da falange distal e o plano da banda coronária. Para que essa medida seja acurada, o marcador radiopaco colocado na região dorsal do casco deve iniciar no limite da parede do casco com a banda coronária. Essa distância pode variar de acordo com as características individuais, raça, tamanho do cavalo (Cripps e Eustace, 1999). Equinos normais da raça Puro Sangue apresentam em média 3,5 mm de distância, com uma variação de 0 a 10 mm (Eustace, 1990). Já em uma população de equinos com várias raças, a média encontrada foi de 4,1 mm com uma variação de -1,8 a 9,7 mm (Cripps e Eustace, 1999; Baxter, 2008). Para Redden (2003), a maioria dos equinos normais apresenta uma variação entre 0 e 15 mm. Magalhães et al. (2014) encontraram uma média de 11,75 mm em éguas Mangalarga Marchador normais. Para Pollitt (2008), essa distância deve ser menor do que 11 mm.

### 3.9.1.4. Profundidade da sola

Outra medida a ser obtida é a profundidade da sola, através da distância vertical da margem distal ou ápice da falange distal até a margem da sola ou até a superfície do solo. De acordo com Redden (2003), a profundidade da sola deve ser maior do que 15 mm de espessura, sendo 10 mm de papilas de corium solear e 5 mm de tecido ceratinizado. Já Linford *et al.* (1993) encontraram um valor de 11,1 +/- 1,3 mm em equinos da raça Puro Sangue de corrida entre 4 e 9 anos de idade. Alguns autores mensuram a profundidade da sola através da região do aspecto palmar do processo palmar da falange distal, encontrando uma média um pouco maior, 23 mm (Floyd et al., 2007). Uma espessura de sola inadequada é causa comum de lesões crônicas (Moyer, 1988).

### 3.9.1.5. Ângulo palmar

O ângulo da margem solear da falange distal com o solo é o ângulo criado entre o solo ou a superfície solear do casco e a margem solear da falange distal, chamado de ângulo palmar. No caso de equinos com ferradura, o ideal é medir esse ângulo utilizando a margem solear do casco e não o solo, para que seja anulada qualquer alteração causada por diferentes tipos de ferradura, como por exemplo, elevação dos talões (Redden, 2003). Em uma população mista de equinos saudáveis, o valor médio desse ângulo foi de 6,1° com desvio padrão de 2,84° (Smith *et al.*, 2004). Outros autores encontraram uma variação desse ângulo entre 3 e 5° (Redden, 2003; O'Grady, 2008). Valores maiores do que os citados anteriormente foram encontrados em animais normais por Xavier et al. (2014). O ângulo palmar é uma das principais mensurações para avaliação da rotação disto-palmar da falange distal durante a laminite, na qual há perda da resistência da conexão entre estojo córneo e falange distal (Redden, 2010). Um ângulo palmar negativo causa uma maior tensão no TFDP (Redden, 2003).

### 3.9.1.6. Alinhamento do eixo casco-quartela

Ainda através da projeção lateromedial, pode-se avaliar o paralelismo entre as três falanges, chamado de alinhamento do eixo casco-quartela. Essa é a mensuração mais aceita para avaliar o equilíbrio do casco (O'Grady e Poupard, 2003). O ângulo formado entre a quartela com o chão e entre o aspecto dorsal do casco com o chão deve ser o mesmo, sendo que o ângulo entre os dois deve ser de 180 graus (Parks, 2003). Porém, de acordo com Bach et al. (1995), a articulação interfalângica proximal está sempre hiperextendida, independente do ângulo do casco, fazendo

com que não ocorra alinhamento real entre as falanges. Alguns animais possuem pinça comprida e talões curtos, ou seja, um ângulo dorsal do casco menor que da quartela. Essa alteração do alinhamento é comum na prática equina e é chamada de eixo casco-quartela quebrado para trás. Esses animais são predispostos a apresentar lesão no tendão flexor digital profundo e no aparelho podotrocelar, devido à extensão da articulação interfalângica distal (O'Grady, 2008). O'Grady e Poupard (2003) realizaram um estudo no qual 77% dos equinos com claudicação apresentavam esse tipo de conformação.

Outra alteração do eixo casco-quartela acontece quando o ângulo dorsal do casco é maior do que o ângulo da quartela. Esse tipo de conformação é denominada eixo casco-quartela quebrado para frente ou, até mesmo, pé encastelado. Geralmente leva a flexão da articulação interfalângica distal e aumento da pressão na parte dorsal do casco com aumento da tensão dos ligamentos suspensórios do navicular e ligamento suspensor do boleto (O'Grady e Poupard, 2001).

O alinhamento do eixo casco-quartela também pode ser mensurado através do ângulo das articulações interfalangeanas, medido separadamente. O ângulo da AID é medido construindo-se uma linha do centro de rotação em direção à sola e paralela a superfície dorsal da falange distal. O ângulo formado entre essa linha e uma linha definida que conecta os dois centros de rotação, da AIP e AID, é o valor do ângulo da AID. Já o ângulo da AIP, é quantificado por meio do ângulo formado entre uma linha que conecta os dois centros de rotação e outra que representa o eixo da falange proximal (Craig et al., 2001). De acordo com Stashak et al., (2002), para que haja alinhamento entre as três falanges esses ângulos devem ser próximos de zero. Porém, um estudo avaliou 151 cascos dos membros torácicos de equinos de diferentes raças no qual a média do ângulo da AID foi de  $8,27 \pm 9,04$  graus e a média do ângulo da AIP foi de  $5,78 \pm 5,18$  graus. Esses resultados sugerem que existe uma tendência dos ossos das falanges serem mais alinhados para frente (Craig e Craig, 2005).

#### *3.9.1.7. Centro de rotação e suporte da pinça*

Ainda com o objetivo de avaliar a conformação do casco, o centro de rotação pode ser mensurado traçando uma linha do centro do côneo lateral da falange média até a superfície, dividindo a superfície do dígito em duas metades iguais. A partir do centro de rotação é possível mensurar o suporte da pinça, que é a distância do centro de rotação até a ponta do casco. De acordo com a literatura, o suporte da pinça deve ser de 50%, porém um estudo encontrou  $67,06 \pm 5,41\%$  avaliando 131 membros torácicos (Craig et al., 2001; O'Grady e Poupard, 2001).

#### *3.9.1.8. Breakover*

A mensuração da distância horizontal entre a ponta da falange distal e a ponta do casco pode auxiliar na identificação do breakover do casco, que é a última porção do casco a deixar o chão. Quanto maior o comprimento da pinça e mais agudo o ângulo dorsal do casco, mais tempo e força são necessários para rolar a pinça durante o passo. Com isso, há atraso do breakover e aumento da tensão exercida no tendão flexor digital profundo. Para facilitar o breakover é preciso diminuir o comprimento da pinça ou aplicar uma ferradura que permita o rolamento da pinça (Craig et al., 2001; O'Grady e Poupard, 2001).

#### *3.9.1.9. Comprimento da falange média*

O comprimento da falange média pode ser mensurado a partir da distância entre o centro de dois círculos que representam o centro de rotação das articulações interfalângicas proximal e distal (AIP e AID) menos o raio do círculo da AIP (Craig et al., 2001). De acordo com Kummer et al., (2006), essa mensuração não varia antes e após o casqueamento, mas existe correlação entre esse comprimento e a altura da cernelha em equinos Warmblood.

### 3.9.2. Projeção dorsopalmar horizontal

Através da projeção dorsopalmar horizontal, a falange distal deve apresentar-se o mais simétrica possível em relação ao casco, em equinos normais. Para avaliar a simetria médio-lateral, primeiramente é necessário avaliar a articulação interfalangeana distal, ou seja, a simetria do espaço articular (Parks, 2007; O'Grady e Parks, 2008). A distância entre a parede do casco e a região abaxial da falange distal deve ser mensurada e semelhante em ambos os lados, assim como a distância vertical do processo palmar da falange distal até a banda coronária. Porém, uma ligeira diferença pode acontecer devido a um casqueamento e/ou ferrageamento irregulares, ou seja, com desbaste maior em um dos lados do casco. O mesmo acontece com a distância entre a superfície solear da falange distal e a superfície do solo, as medidas devem ser semelhantes dos dois lados do casco e podem ser afetadas pelo casqueamento e/ou ferrageamento. Pequenas assimetrias não tem relevância clínica se o espaço articular da articulação distal estiver simétrico. Os marcadores colocados na região proximal da parede medial e lateral do casco permitem fazer as medidas entre o casco ou a banda coronária e o processo palmar da falange distal (Sherlock e Parks, 2013).

### 3.9.3. Projeção dorsoproximal-palmarodistal oblíqua

Na projeção dorsoproximal-palmarodistal oblíqua, a margem solear da falange distal deve parecer regular, bem demarcada, com simetria entre as regiões medial e lateral e sem fragmentação. Os canais vasculares não devem parecer ampliados. Em um grupo de cavalo de corrida Puro Sangue, o diâmetro médio do maior canal vascular foi de 3,4 mm, com desvio padrão de 0,6 mm, que é semelhante a outros achados anteriores (Rendano e Grant, 1978; Linford et al., 1993).

## **3.10. Características Radiográficas Do Dígito De Equinos Com Laminite**

Equinos nos estágios iniciais da laminite, podem não apresentar alterações radiográficas. Já nos estágios mais avançados, quando a laminite pode ser considerada crônica, existe uma grande variedade de alterações que podem ocorrer como consequência da doença. Essas alterações resultam da movimentação da falange distal, que pode acontecer nos planos sagital ou frontal, ou até mesmo nos dois planos, caracterizando o afundamento e a rotação dorsal da falange distal, respectivamente. A rotação distopalmar da falange distal é mais comum. Ainda, pode ocorrer a rotação medial ou lateral da falange distal. A movimentação da falange distal ocorre pela falha da fixação lamelar entre a falange e o casco (Baxter, 2008; Sherlock e Parks, 2013), sendo mais rápida e agressiva na laminite por sepsis e mais lenta e subclínica na laminite por sobrepeso (Faleiros et al., 2012).

Todas as alterações radiográficas devem ser avaliadas e interpretadas de acordo com os sinais clínicos, o estágio da doença e achados anteriores. As medidas angulares, a espessura da parede dorsal do casco e a profundidade da sola podem ser alteradas com o casqueamento, e isso deve ser considerado ao interpretar os achados radiográficos. O ideal é fazer o exame radiográfico antes e após o casqueamento (Eustace, 2010; Sherlock e Parks, 2013).

### 3.10.1. Projeção lateromedial

Na projeção lateromedial, a rotação distopalmar da falange distal pode ser observada pela ausência de paralelismo entre a superfície dorsal da mesma e a parede dorsal do casco, além disso, as falanges não estarão alinhadas entre si. Na maioria dos casos, a distância casco-falange está maior na porção distal comparada à proximal, podendo também, ser avaliada através do ângulo formado entre a parede e o solo e a falange e o solo (Parks e O'Grady, 2003).

O afundamento da falange distal pode ser observado por um aumento da distância entre os planos do processo extensor da falange distal e a da banda coronária. É mais observado quando as lesões nas lâminas do casco são distribuídas uniformemente em todo casco, fazendo com que a margem solear da falange distal fique mais próxima ao solo. Equinos que mantêm apoio no membro com laminite estão mais sujeitos a adquirir essa alteração (Peloso et al., 1996). Adicionalmente, essa medida não sofre interferência do casqueamento (Eustace, 2010).

Com relação à distância entre a superfície dorsal da parede do casco e a superfície dorsal da falange distal, quando ocorre um aumento uniforme dessa distância ao longo de toda extensão da falange, pode ser sugestivo de afundamento da falange distal. Já quando ocorre um aumento maior dessa distância na região distal em relação à região proximal da superfície dorsal da falange distal, pode sugerir uma rotação distopalmar. Em equinos da raça Puro Sangue, uma distância casco-falange > 17 mm já é sugestivo de laminite, no entanto, há uma grande variação de acordo com a raça. Assim, também pode-se usar o comprimento do ápice da falange distal até a articulação com o osso navicular, sendo que se a distância casco-falange for maior do que 30% do comprimento, pode indicar deslocamento da falange distal. Muito cuidado deve-se ter ao interpretar esses resultados, uma vez que o excesso de remoção da parede do casco com o casqueamento pode mascarar a real distância (Linford et al., 1993; Peloso et al., 1996; Redden, 2003).

A maioria dos equinos sadios possui uma profundidade de sola > 15 mm, com exceção do Puro Sangue, que pode apresentar uma sola mais fina. Uma profundidade de sola < 15 mm em equinos com laminite pode ser clinicamente significativo e sugestivo de deslocamento da ponta da falange distal distalmente, que ainda, pode causar compressão e lesão do tecido (Redden, 2003; Sherlock e Parks, 2013).

O ângulo formado entre a margem solear da falange distal com o solo é maior do que o normal (3 a 8°) em equinos que apresentam rotação dorsal da falange distal. Porém, esse achado também pode estar presente em outras patologias do sistema locomotor equino e pode ser mascarado por casqueamento (Redden, 2003).

Quando acontece rotação ou afundamento da falange distal, ocorre alteração das forças, aumento da carga e a inflamação nesse osso, podendo causar alterações nas superfícies solear e parietal. Uma dessas alterações pode ser proliferação óssea na superfície dorsal distal da falange distal, exostose secundária, com presença ou não de osteólise. Outras alterações radiográficas ainda mais graves, como a perda completa do contorno da falange distal, formação de sequestro ósseo e regiões de osteólise podem aparecer em laminites crônicas graves (Herthel e Hood, 1999).

### 3.10.2. Projeção dorsopalmar horizontal

Na projeção dorsopalmar horizontal, pode-se observar uma assimetria do espaço articular da articulação interfalangeana distal, sugestiva de rotação lateral ou medial, sendo que a medial é mais comum. Esse achado é normalmente acompanhado por uma diminuição da profundidade da sola unilateral. Porém, um posicionamento inadequado durante o exame pode resultar em falsa interpretação (Herthel e Hood, 1999; Sherlock e Parks, 2013).

Ainda nesta projeção, um aumento da distância entre o processo palmar da falange distal e a banda coronária ou um aumento da distância entre a região abaxial da falange distal e a parede abaxial do casco, de forma unilateral, sugere que a falange possui rotação medial ou lateral. Se o aumento for bilateral, pode indicar afundamento da falange distal (Sherlock e Parks, 2013).

Alterações ósseas, como osteólise, podem aparecer nessa projeção. Porém, as outras projeções permitem melhor avaliação dessas (Sherlock e Parks, 2013).

### 3.10.3. Projeção dorsoproximal-palmarodistal oblíqua

Na projeção dorsoproximal-palmarodistal oblíqua, alterações ósseas como reabsorção óssea, alterações no contorno da falange distal, alargamento dos canais vasculares, fraturas da margem solear podem ser melhor avaliadas e estar presentes em equinos com laminite, porém, não são específicas para laminite (Herthel e Hood, 1999).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram avaliados 98 cascos dos membros torácicos de fêmeas da raça Campolina, oriundas de diferentes haras de criadores. As avaliações foram realizadas em dois momentos distintos. Primeiramente, 38 éguas foram avaliadas durante o evento nacional da raça Campolina, a 34ª Semana Nacional do Cavalo Campolina. Eram éguas preparadas para exposição, casqueadas e ferrageadas. Em um segundo momento, 11 éguas foram avaliadas em um haras no interior de Minas Gerais, Entre Rios de Minas, berço da raça. Eram éguas a campo, sem casqueamento e ferrageamento, criadas de maneira rústica, apenas para reprodução e trabalho.

Inicialmente elas passaram por um exame de claudicação em movimento e pelo exame da pinça de casco, segundo Stashak (2002), no qual, apenas os animais que não tinham claudicação e sensibilidade dolorosa no casco foram utilizados no estudo.

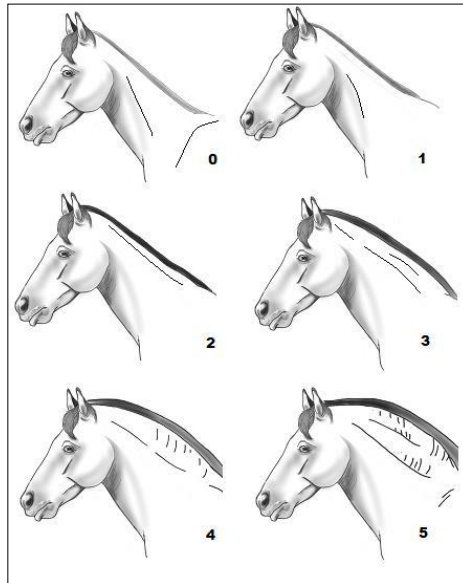
A idade dos animais foi fornecida pelos responsáveis que acompanhavam o animal no momento da avaliação. As éguas tinham de 3 a 14 anos e foram divididas em dois grupos, um grupo de éguas jovens com idade de 3 a 5 anos e outro grupo de éguas adultas com mais de 5 anos.

Os equinos foram avaliados quanto ao escore de condição corporal (ECC) de acordo com graduação proposta por Henneke et al. (1983), que varia de 1 a 9 (1= animal emaciado. Processo espinhoso, costelas, inserção da cauda, íleo e ísquio proeminentes. Estruturas ósseas da cernelha, espádua e pescoço facilmente visíveis. Não se observa presença de tecido adiposo em nenhuma parte do corpo do animal; 2= muito magro. Tecido adiposo cobrindo a base dos processos espinhosos. Extremidades dos processos transversos das vértebras lombares arredondadas. Costelas, inserção da cauda, íleo e ísquio proeminentes. Estruturas ósseas da cernelha, escápula e pescoço menos visíveis; 3= magro. Tecido adiposo cobrindo a metade dos processos espinhosos. Processos transversos das vértebras lombares não são palpáveis. Pouco tecido adiposo recobrimo as costelas. Processo espinhoso e costelas facilmente visíveis.

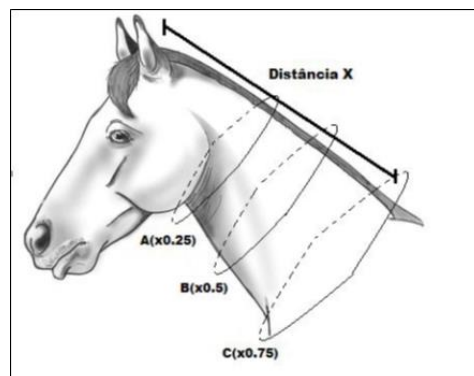
Inserção da cauda proeminente, porém, as vértebras não são visíveis. Íleo e ísquio arredondados, porém ainda visíveis. Estruturas ósseas da cernelha, escápula e pescoço menos visíveis; 4= moderadamente magro. Espaço entre as costelas visíveis. Tecido adiposo pode ser palpável na inserção da cauda e sua proeminência dependendo da conformação do animal. Íleo e ísquio não são visíveis. Estruturas ósseas da cernelha, escápula com alguma cobertura de tecido adiposo; 5= moderado. Costelas não são visíveis, porém, facilmente palpáveis. Tecido adiposo na inserção da cauda se torna mais espesso. Cernelha arredondada pela deposição de tecido adiposo sobre o processo espinhoso. Escápula e pescoço se tornam um plano único no corpo do animal; 6= moderadamente bom. Pode haver um sulco suave ao longo do dorso/lombo. Tecido adiposo cobrindo as costelas começando a ser depositado atrás e sobre a espádua e pescoço, mais espesso na inserção da cauda; 7= bom. Pode haver um sulco suave ao longo do dorso/lombo. Costelas podem ser palpáveis individualmente, com depósito de tecido adiposo entre elas. Tecido adiposo mais espesso na inserção da cauda e depositado atrás e sobre a escápula e pescoço; 8= obeso. Depressão ao longo do dorso/lombo. Costelas são difíceis de serem palpadas. Pescoço espesso. Tecido adiposo na inserção da cauda torna-se muito espesso. Área ao redor da cernelha e atrás da escápula com bastante tecido adiposo bem como na parte interna e posterior dos membros pélvicos do animal; e 9 = animal extremamente obeso. Depressão evidente ao longo do dorso/lombo. Acúmulo de tecido adiposo sobre as costelas, na inserção da cauda, atrás da escápula e pescoço, formando dobras na pele. Acúmulo de tecido adiposo na parte interna e posterior dos membros pélvicos do animal). Essa avaliação, assim como as outras avaliações por escore, eram sempre realizadas por dois avaliadores para diminuir a possibilidade de erros. Com base nessa classificação, foram divididos em dois grupos, um grupo controle (ECC de 5 a 7), grupo obeso (ECC 8 a 9).

O peso e a altura de cada animal foram registrados por meio de fita de pesagem e hipômetro (WalMur Instrumentos Veterinários).

Para verificação da deposição de gordura na crista do pescoço, que é um sinal de doença metabólica, foi utilizado uma escala de 0 a 5 (0 = crista não visível nem palpável, 1 = crista não visível mas sente-se um leve preenchimento à palpação, 2 = crista visível com gordura depositada de forma bastante equilibrada que pode ser inclinada de lado a lado, 3 = crista ampliada e engrossada com maior parte depositada no meio do pescoço já perdendo a flexibilidade, 4 = crista bem aumentada e engrossada não permitindo ser inclinada facilmente, 5 = crista tão grande que inclina-se permanentemente para um dos lados), de acordo com o descrito por Carter et al. (2009) (Fig. 1).



**Figura 1.** Ilustração dos escores de deposição de gordura na crista do pescoço: 0 = crista não visível nem palpável, 1 = crista não visível mas sente-se um leve preenchimento à palpação, 2 = crista visível com gordura depositada de forma bastante equilibrada que pode ser inclinada de lado a lado, 3 = crista ampliada e engrossada com maior parte depositada no meio do pescoço já perdendo a flexibilidade, 4 = crista bem aumentada e engrossada não permitindo ser inclinada facilmente, 5 = crista tão grande que inclina-se permanentemente para um dos lados (Carter et al., 2009).

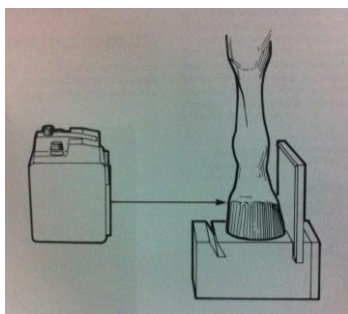


**Figura 2.** Ilustração da mensuração da circunferência do pescoço em cavalos, considerando-se três pontos iniciais: 25% (A), 50% (B) e 75% (C) da distância do topo da cabeça até o topo da cernelha (Distância X). Adaptado de Frank et al. (2006).

Ainda com o mesmo objetivo, medidas da circunferência do pescoço foram tomadas em três alturas diferentes em relação ao comprimento total do pescoço, segundo metodologia descrita por Frank et al. (2006). Essas medidas iniciam-se em pontos dorsais e correspondem a 25%, 50% e 75% deste comprimento (Fig. 2).

Para avaliação radiográfica, ambos os cascos dos membros torácicos foram limpos e posicionados sobre dois tocos de madeira, de igual altura, radiografados na projeção lateromedial, a uma distância padronizada, usando-se um aparelho de raios X (EcoRay CO., Ltd 1060HF – Korea), dotado de distanciador com iluminação laser, com o objetivo de se visualizar

a relação espacial entre falange distal e estojo córneo. As exposições foram realizadas sempre com 80Kv e 2,5mAs. Para possibilitar a identificação radiográfica da superfície dorsal da parede do casco e do plano da banda coronária, um fio metálico de comprimento conhecido foi aderido à superfície dorsal da pinça do casco, com sua extremidade proximal sempre coincidindo com o plano da banda coronária. O fio metálico foi posicionado sempre pela mesma pessoa. Cada casco foi radiografado duas vezes, portanto, quatro imagens foram obtidas de cada animal.



**Figura 3.** Ilustração do posicionamento radiográfico lateromedial (Stashak, 2002).

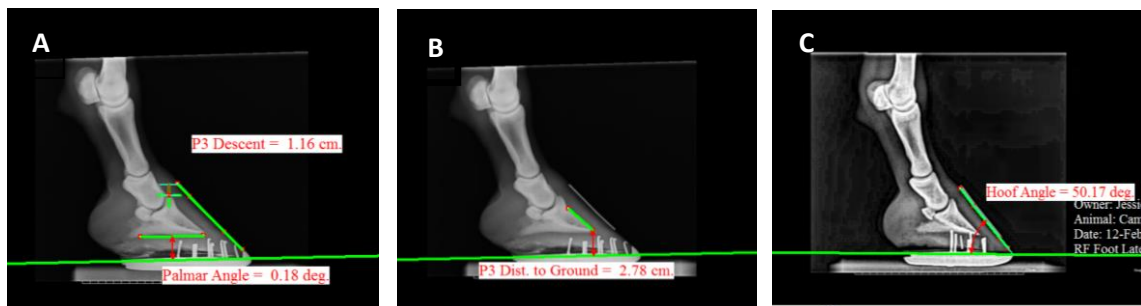
Para o presente trabalho foi utilizada apenas a projeção lateromedial, por permitir uma avaliação ampla e satisfatória da imagem radiográfica e devido ao curto tempo de disponibilidade com os animais utilizados no experimento durante uma exposição nacional.

As imagens foram digitalizadas por meio de um sistema computadorizado e as mensurações feitas através do programa computacional Metron Hoof-Pro<sup>4</sup>. Sempre antes de realizar as mensurações utilizava-se o comprimento do marcador radiopaco para corrigir o fator de ampliação (Fig. 3). As quatro imagens de cada animal foram aferidas e o resultado final de cada membro foi a média das duas imagens de cada um dos membros.

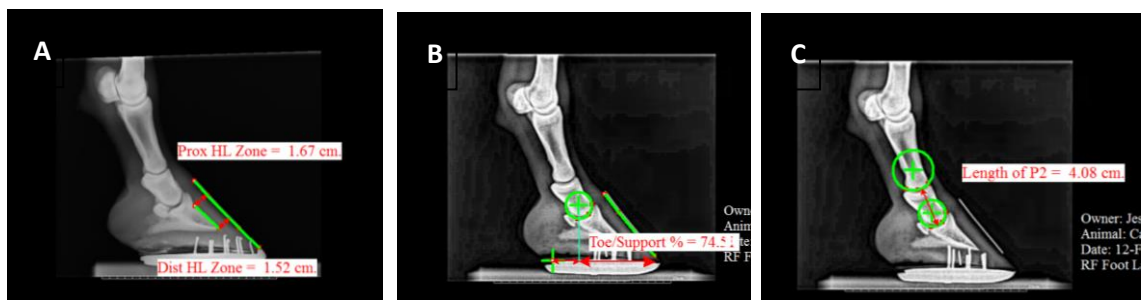
De acordo com o programa Metron Hoof-Pro<sup>4</sup> e com o que foi descrito por Thrall (2002) e Pollitt (2008), foram obtidas as medidas para as seguintes variáveis: distância entre os planos horizontais entre a banda coronária e o ápice do processo extensor da falange distal (afundamento) (Fig. 4A), profundidade ou espessura de sola (Fig. 4B), ângulo da parede dorsal do casco (âng. Casco) (Fig. 4C), distâncias entre as superfícies dorsais da falange distal e da parede do casco, proximal (CF Prox.) e distal (CF Distal) (Fig.5A7), porcentagem do suporte de pinça (suporte pinça) (Fig. 5B), comprimento da falange média (P2) (Fig. 5C), ângulo da articulação interfalângica distal (Interf. Dist.) (Fig.6A), ângulo da articulação interfalângica proximal (Interf. Prox.) (Fig. 6B), ângulo entre as superfícies dorsais da falange distal e da parede do casco (rotação), ângulo do eixo casco-quartela (casco-quartela) e breakover (Fig. 6C).



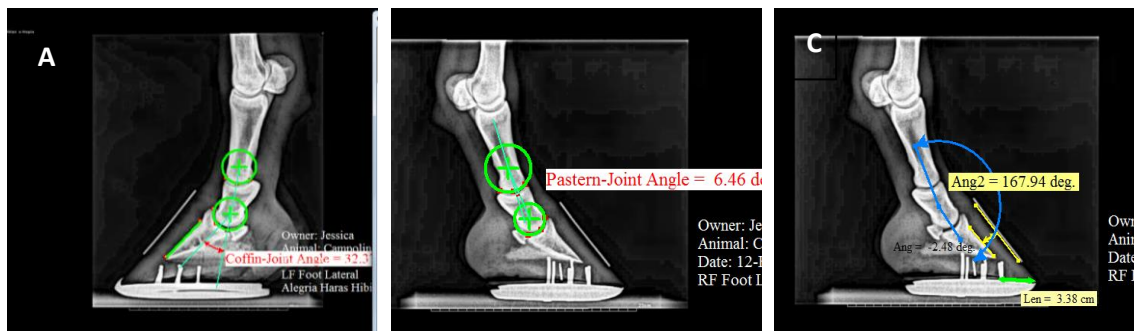
**Figura 4.** Imagem de análise radiográfica realizada em cascos de membros torácicos de fêmeas da raça Campolina por meio do Software Metron Hoof Pro, demonstrando aplicação do correção do fator de ampliação por meio da inserção da medida do marcador radiopaco. O marcador radiográfico é posicionado com sua extremidade proximal sempre coincidindo com o plano da banda coronária, na linha sagital dorsal do casco.



**Figura 5.** Imagens radiográficas com as mensurações realizadas em cascos de membros torácicos de fêmeas da raça Campolina por meio do Software Metron Hoof Pro. A) Ângulo palmar da falange distal e distância entre os planos horizontais entre a banda coronária e o ápice do processo extensor da falange distal, chamada distância de afundamento. B) Espessura ou profundidade de sola. C) Ângulo de casco.



**Figura 6.** Imagens radiográficas com as mensurações realizadas em cascos de membros torácicos de fêmeas da raça Campolina por meio do Software Metron Hoof Pro. A) Distâncias entre as superfícies dorsais da falange distal e da parede do casco, proximal (CF Prox.) e distal (CF Distal). B) Suporte de pinça. C) Comprimento de falange média (P2).



**Figura 7.** Imagens radiográficas com as mensurações realizadas em cascos de membros torácicos de fêmeas da raça Campolina por meio do Software Metron Hoof Pro. A) Ângulo da interfalângica distal (Inter. Dist.). B) Ângulo da interfalângica proximal (Inter. Prox.). C) Ângulo entre as superfícies dorsais da falange distal e da parede do casco (rotação), do ângulo do eixo casco-quartela (casco-quartela) e da distância do breakover.

Essa metodologia foi aprovada pelo Comitê de Ética (CEUA), certificado 278/2014.

As fêmeas jovens (3 a 5 anos, n=22) e adultas (6 a 14 anos, n=27) foram analisadas de forma separada. O grupo de jovens foi constituído de 8 fêmeas controles (3 oriundas de haras) e 14 obesas (todas examinadas na Exposição Nacional). O grupo de adultas foi constituído de 13 controles (7 oriundos de haras) e 14 obesas (todas oriundas da Exposição Nacional).

Inicialmente, verificaram-se diferenças entre fêmeas controles oriundas da exposição e do haras, utilizando-se o teste t de Student para variáveis paramétricas e o teste Mann-Whitney para as não-paramétricas.

Posteriormente realizou-se a comparação entre jovens e adultas, considerando-se separadamente as obesas e as controles. Finalmente, comparou-se obesas e controles em cada grupo, de forma independente. Para tanto, utilizou-se o teste t de Student para variáveis paramétricas e o teste Mann-Whitney para as não paramétricas.

Para as medidas de correlação, utilizou o teste de Pearson para duas amostras paramétricas e o teste de Spearman para comparações que envolvam pelo menos uma variável não paramétrica. Em todos os testes, considerou-se  $P < 0,05$ . Para efeitos de comparar os graus de correlação, consideraram-se os seguintes níveis de correlação: elevada ( $>0,60$ ), média (de 0,30 a 0,60) e baixa ( $<0,30$ ).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Comparação entre éguas adultas controle de haras e de exposição.

Tabela 1. Média e desvio padrão das variáveis de adiposidade e casco do Grupo Adulto controle do haras (n = 16 cascos) e da exposição (n = 12 cascos), e valor de P para comparação entre as éguas do haras e da exposição.

VARIÁVEL	GRUPO ADULTO CONTROLE HARAS (n=16)		GRUPO ADULTO CONTROLE EXPOSIÇÃO (n=12)		Valor de P
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
Idade (anos)	9,38	3,02	9,83	2,99	0,7827
Peso (Kg)	538,25	54,11	506,67	51,81	0,2928
Altura (m)	1,55	0,03	1,57	0,05	0,3449
ECC (grau)	6,25	0,89	6,83	0,41	0,1628
Esc. Pescoço (grau)	2,75	0,89	2,83	0,75	0,8561
Comp. Pesc. (cm)	98,13	4,05	88,17	7,17	0,0061
Diam. Pesc. 25% (cm)	81,44	3,34	79,33	3,56	0,2787
Diam. Pesc. 50% (cm)	97,75	4,45	97,17	3,66	0,7984
Diam. Pesc. 75% (cm)	117,25	7,43	118,33	6,92	0,7859
Ang. Palmar	4,58	2,85	4,4	2,8	0,8703
Afundamento (mm)	9,8	2,1	10,9	2,2	0,2313
Esp. Sola (mm)	17	3,5	18,1	4,5	0,4798
Ang. Casco	52,8	3,48	49,22	4,13	0,0223
CF Prox. (mm)	18,9	1,4	18	1,9	0,1284
CF Dist. (mm)	17,2	1,6	16,8	1,9	0,5356
Sup. Pinça (%)	69,95	4,43	71,26	8,07	0,5907
Inter. Dist (âng)	10,07	6,68	16,03	9,52	0,0667
Inter. Prox (âng)	0,75	4,35	4,28	4,26	0,0472
Comp. P2 (cm)	4,52	0,24	3,99	0,3	2,8E-05
Rotação P3 (âng)	-2,64	2,09	-1,73	1,21	0,2030
Casco-Quartela (âng)	172,37	6,05	165,61	6,98	0,0128
Breakover (cm)	3,05	0,39	3,13	0,53	0,6878

P<0,05

Éguas adultas controle (ECC até 7) avaliadas no haras em Entre Rios de Minas parecem ser de uma linhagem mais antiga da raça Campolina, já que têm comprimento de pescoço ( $p = 0,0061$ ) e comprimento da falange média ( $p = 2,8E-05$ ) maiores do que as éguas da exposição (Tabela 1). Além disso, são animais que vivem soltos em pastos e não são casqueados, o que parece ter refletido em um maior ângulo da parede dorsal do casco ( $52,8^\circ \pm 3,48$  e  $p = 0,0223$ ), maior ângulo do eixo casco-quartela ( $172,37^\circ \pm 6,05$  e  $p = 0,0128$ ) e menor ângulo da articulação interfalângica proximal ( $0,75^\circ \pm 4,35$  e  $p = 0,0472$ ). Esses ângulos estão, também, mais

próximos da normalidade do que os das éguas da exposição, que são casqueadas e ferrageadas com frequência (Stashak et al., 2002; Parks, 2003; Dyson et al., 2011).

Essa comparação não foi realizada no Grupo Jovem, éguas com até cinco anos de idade, pois o número de animais jovens avaliados no haras foi muito pequeno, apenas três éguas tinham até cinco anos.

### 5.2. Comparação entre jovens e adultas.

As comparações entre éguas jovens e adultas estão representadas nas Tabelas 2 (Grupo Controle) e 3 (Grupo Obeso).

Tabela 2. Média e desvio padrão das variáveis de adiposidade e das variáveis casco do Grupo Controle e valor de P ao comparar as éguas jovens com as adultas.

VARIÁVEL	GRUPO JOVEM CONTROLE (n=16)		GRUPO ADULTO CONTROLE (n=27)		Valor de P
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
Idade (anos)	3,8	0,65	9,57	2,9	2,2E-05
Peso (Kg)	464,38	36	524,71	53,59	0,0104
Altura (m)	1,52	0,05	1,56	0,04	0,0981
ECC (grau)	6,38	0,74	6,5	0,76	0,7123
Esc. Pescoço (grau)	2,57	0,53	2,79	0,8	0,5324
Comp. Pesc. (cm)	91,13	5,67	93,86	7,4	0,3784
Diam. Pesc. 25% (cm)	77,44	2,16	80,54	3,47	0,0343
Diam. Pesc. 50% (cm)	93,88	5,03	97,5	3,99	0,0764
Diam. Pesc. 75% (cm)	114,69	5,15	117,71	6,96	0,2975
Ang. Palmar	3,07	1,53	4,51	2,78	0,0646
Afundamento (mm)	10,6	2	10,2	2,2	0,6312
Esp. Sola (mm)	16,6	2,2	17,4	3,9	0,4605
Ang. Casco	49,88	1,71	51,34	4,1	0,1826
CF Prox. (mm)	17,2	1,8	18,5	1,7	0,0177
CF Dist. (mm)	15,7	1,8	17	1,7	0,0187
Sup. Pinça (%)	70,69	2,95	70,49	6,06	0,8986
Inter. Dist (âng)	15,09	8,63	12,5	8,34	0,3375
Inter. Prox (âng)	2,91	4,57	2,19	4,59	0,6215
Comp. P2 (cm)	3,99	0,33	4,3	0,37	0,0090
Rotação P3 (âng)	-2,93	1,35	-2,27	1,81	0,2156
Casco-Quartela (âng)	167,54	9,23	169,62	7,16	0,4143
Breakover (cm)	2,94	0,39	3,08	0,44	0,2899

P<0,05

Tabela 3. Média e desvio padrão das variáveis de adiposidade e das variáveis casco do Grupo Obeso e valor de P ao comparar as éguas jovens com as adultas.

VARIÁVEL	GRUPO JOVEM OBESO (n=28)		GRUPO ADULTO OBESO (n=26)		Valor de P
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
Idade (anos)	4,21	0,61	7,62	2,47	0,0000
Peso (Kg)	502,5	39,78	548,46	38,53	0,0066
Altura (m)	1,55	0,05	1,57	0,04	0,1307
ECC (grau)	8	0	8,15	0,38	0,1209
Esc. Pescoço (grau)	3,5	0,52	3,62	0,51	0,6856
Comp. Pesc. (cm)	92,21	6,44	91,62	7,29	0,7739
Diam. Pesc. 25% (cm)	77,43	7,46	79,15	3,48	0,5122
Diam. Pesc. 50% (cm)	99,43	6,21	99,92	4,42	0,8836
Diam. Pesc. 75% (cm)	118,86	5,93	121,65	4,96	0,2473
Ang. Palmar	2,46	2,03	2,11	2,38	0,5539
Afundamento (mm)	11	2	12,3	2,5	0,0357
Esp. Sola (mm)	19	4,1	20,9	3,9	0,0938
Ang. Casco	49,82	2,75	49,61	3,09	0,7904
CF Prox. (mm)	18,2	1,5	18,9	1,7	0,1096
CF Dist. (mm)	16,3	1,4	17	1,6	0,0743
Sup. Pinça (%)	74,39	7,61	73,54	5,66	0,6487
Inter. Dist (âng)	19,24	6,35	23,09	6,83	0,0363
Inter. Prox (âng)	3,86	3,65	2,01	3,69	0,0702
Comp. P2 (cm)	3,87	0,17	3,92	0,18	0,2493
Rotação P3 (âng)	-2,81	1,29	-2,78	1,15	0,9341
Casco-Quartela (âng)	163,53	5,26	161,73	5,68	0,2319
Breakover (cm)	3,14	0,44	3,29	0,51	0,2494

P<0,05

Ao avaliar éguas controle, pôde-se observar que as adultas tiveram aumento em algumas variáveis indicadoras de desenvolvimento corporal como peso ( $P = 0,0104$ ), diâmetro do pescoço a 25% ( $p = 0,0343$ ), comprimento da falange média ( $P = 0,009$ ) e distâncias casco-falange proximal ( $P = 0,0177$ ) e distal ( $P = 0,0187$ ). Estes resultados diferiram nas obesas, onde não foi possível verificar diferenças no diâmetro de pescoço, na falange média ou mesmo nas distâncias dorsais de casco e falange. Em conjunto, tais resultados podem ser um indicativo do desenvolvimento precoce de éguas superalimentadas. Outro achado interessante ocorreu nas éguas obesas, onde houve um aumento médio de 12% na distância de afundamento ( $P=0,04$ ) em relação ao Grupo Controle. Essa alteração pode ser associada à obesidade, visto que éguas Mangalarga Marchador obesas possuem maior distância de afundamento que as normais (Magalhães et al, 2014) e que a os efeitos deletérios da obesidade se agravam com o avançar da idade (Maffei e Tató, 2001).

### 5.3. Comparação entre Grupo Obeso e Grupo Controle.

Os resultados das comparações entre controles e obesos nas fêmeas jovens, até cinco anos, para variáveis de adiposidade e mensurações radiográficas do casco estão representados, respectivamente, nas Tabelas 4 e 5. Da mesma forma, os resultados das fêmeas adultas estão representados nas Tabelas 6 e 7.

Na Tabela 4 podem-se observar os valores mínimo, máximo, média e desvio padrão das variáveis adiposidade dos Grupos Obeso e Controle até cinco anos e o valor de P ao comparar esses grupos. Os resultados mostram que éguas até cinco anos de idade, do Grupo Obeso, tiveram maior ECC ( $P < 0,001$ ), Peso ( $P = 0,04$ ), Escore de pescoço ( $p = 0,001$ ) e Espessura de pescoço a 50% ( $P = 0,04$ ) do que éguas na mesma faixa etária, do Grupo Controle. Isso indica que realmente as éguas do Grupo Obeso tem maior deposição de gordura no corpo e pescoço, culminando em maior peso, mesmo tendo altura uniforme.

Tabela 4. Valores mínimo, máximo, média e desvio padrão das variáveis adiposidade do Grupo Controle ( $n = 16$  cascos) e do Grupo Obeso ( $n = 28$  cascos) de éguas jovens, até cinco anos de idade, e valor de P para comparação entre os grupos.

VARIÁVEL	GRUPO CONTROLE JOVEM (n=16)				GRUPO OBESO JOVEM (n=28)				Valor de P
	Míni mo	Máxi mo	Méd ia	Desvio Padrão	Míni mo	Máxi mo	Méd ia	Desvio Padrão	
Idade (anos)	3	5	3,8	0,22	3,5	5	4,21	0,61	0,1499
Peso (Kg)	415	510	464	36	440	580	502	39,78	0,0370
Altura (m)	1,45	1,59	1,52	0,05	1,44	1,65	1,55	0,05	0,2886
ECC (grau)	5	7	6,38	0,74	8	8	8	0	0,0001
Esc. Pescoço (grau)	2	3	2,57	0,53	3	4	3,5	0,52	0,0011
Comp. Pesc. (cm)	83	98	91,1	5,67	82	102	92,2	6,44	0,6945
Diam. Pesc. 25% (cm)	75	80,5	77,4	2,16	54	85	77,4	7,46	0,9974
Diam. Pesc. 50% (cm)	87	101	93,8	5,03	91	109	99,4	6,21	0,0438
Diam. Pesc. 75% (cm)	109	122	114	5,15	109	130	118	5,93	0,1127

$P < 0,05$

Semelhante ao que foi encontrado por Magalhães et al. (2014) avaliando éguas da raça Mangalarga Marchador, éguas Campolinas jovens obesas também apresentaram maior deposição de gordura na região do pescoço do que éguas jovens controle. Essa adiposidade regional, em cavalos e pôneis, principalmente tecido adiposo depositado ao longo da crista do pescoço, é preocupante devido à associação com alterações metabólicas como resistência a insulina e laminite (Johnson, 2002b; Treiber et al., 2006).

A média encontrada para o escore de pescoço das éguas jovens obesas foi 3,5 ( $\pm 0,52$ ) graus (Tab. 4). Esse valor foi próximo ao encontrado por Paz et al. (2013) em éguas Crioulas obesas (3,3). No trabalho de Walsh et al. (2009), todos os cavalos com Síndrome Metabólica Equina e metade dos cavalos com doença de Cushing apresentaram escore de crista de pescoço acima de

3, indicando associação entre essa variável de adiposidade com o desenvolvimento de alterações metabólicas e consequentemente laminite.

Tabela 5. Valores mínimo, máximo, média e desvio padrão das variáveis casco do Grupo Controle (n = 16 cascos) e do Grupo Obeso (n = 28 cascos) de éguas jovens, até cinco anos de idade, e valor de P para comparação entre os grupos.

VARIÁVEL	GRUPO CONTROLE JOVEM (n=16)				GRUPO OBESO JOVEM (n=28)				Valor de P
	Míni mo	Máxi mo	Méd ia	Desvio Padrão	Míni mo	Máxi mo	Méd ia	Desvio Padrão	
Ang. Palmar Afundamento (mm)	0,52	6,76	3,07	1,53	-2,47	5,27	4,26	2,03	0,3041
Esp. Sola (mm)	7,5	14,9	10,6	2	6,1	14,5	11	2	0,5250
Ang. Casco	13,4	21,1	16,6	2,2	11,1	27,2	19	4,1	0,0333
CF Prox. (mm)	46,1	52,48	49,8	1,71	44,4	54,32	49,8	2,75	0,9417
CF Dist. (mm)	14,5	20,3	17,2	1,8	15,9	20,9	18,2	1,4	0,0562
Sup. Pinça (%)	12,7	18,7	15,7	1,8	14,1	19,5	16,3	1,4	0,1742
Inter. Dist (âng)	64,6	76,21	70,6	2,95	60,6	91,04	74,3	7,61	0,0705
Inter. Prox (âng)	-2,76	29,61	15,0	8,63	5,56	31,83	19,2	6,35	0,0744
Comp. P2 (cm)	-7,61	7,92	2,91	4,57	-5,79	9,6	3,86	3,65	0,4516
Rotação P3 (âng)	3,4	4,61	3,99	0,33	3,54	4,21	3,87	0,17	0,1045
Casco-Quartela (âng)	-5,35	-0,65	-2,93	1,35	-5,45	-0,08	-2,81	1,29	0,7709
Breakover (cm)	154	183,7	167	9,23	150	176,3	163	5,26	0,0725
	2,21	3,79	2,94	0,39	2,36	3,74	3,14	0,44	0,1399

P<0,05

Avaliando os valores das variáveis casco, ainda comparando Grupo Obeso com Grupo Controle das éguas jovens (Tab. 5), a única variável com diferença significativa foi espessura de sola (P = 0,03). Essa diferença pode ser explicada porque todas as éguas do Grupo Obeso estavam recentemente casqueadas e participam de exposição, enquanto que mais de um terço das éguas do Grupo Controle era constituído de éguas a pasto. Kummer et al. (2006) encontraram uma alteração na espessura de sola de 13% após casqueamento, que foi exatamente o percentual de alteração encontrado ao comparar o valor das médias das éguas Campolinas jovens do Grupo Obeso e Controle (19±4,1 mm e 16,6±2,2 mm). Apesar da diferença, ambos valores médios (19 e 16,6 mm) estão dentro do considerado normal por Redden (2003), que considera normal uma espessura de sola maior que 15 mm.

Já na Tabela 6, estão os resultados das variáveis de adiposidade dos Grupos Obeso e Controle das éguas adultas. Nessa tabela pode-se observar que os grupos diferem significativamente quanto ao ECC (P<0,001) e escore de pescoço (P= 0,004). Entretanto, não há diferença quanto ao peso, provavelmente devido a maior variação entre indivíduos (436 kg a 640 kg), fazendo com que os valores do desvio padrão também sejam altos (53,59 kg e 38,53 kg). Também considerou-se que as éguas adultas já cessaram o crescimento, chegando a altura e peso comuns

da raça. A partir daí, o animal começa a depositar gordura em áreas específicas do corpo, como no pescoço, costado e base da cauda, ressaltando as diferenças entre obesos e controles.

Apesar da clara diferença entre grupos na variável escore de pescoço, não foi possível detectar diferenças nas mensurações de diâmetro realizadas nesse segmento. Esse resultado diferiu do encontrado por Magalhães et al. (2014) ao avaliarem éguas da raça Mangalarga Marchador, quando houve diferença entre os grupos sobrepeso e normal ao comparar as espessuras de pescoço a 25 e 50%, mas não a 75%. Estas diferenças se devem a diferenças morfológicas entre as raças, uma vez que uma das características raciais mais marcantes da raça Campolina é a presença de pescoço rodado.

Tabela 6. Valores mínimo, máximo, média e desvio padrão das variáveis adiposidade do Grupo Controle (n = 27 cascos) e do Grupo Obeso (n = 26 cascos) de éguas adultas, acima de cinco anos de idade, e valor de P para comparação entre os grupos.

VARIÁVEL	GRUPO CONTROLE ADULTO (n=27)				GRUPO OBESO ADULTO (n=26)				Valor de P
	Míni mo	Máxi mo	Méd ia	Desvio Padrão	Míni mo	Máxi mo	Méd ia	Desvio Padrão	
Idade (anos)	6	13	9,57	2,9	6	14	7,62	2,47	0,0718
Peso (Kg)	436	600	524	53,59	480	640	548	38,53	0,2012
Altura (m)	1,49	1,62	1,56	0,04	1,51	1,67	1,57	0,04	0,2888
ECC (grau)	5	7	6,5	0,76	8	9	8,15	0,38	2,0155E-07
Esc. Pescoço (grau)	2	4	2,79	0,8	3	4	3,62	0,51	0,0038
Comp. Pesc. (cm)	80	103	93,8	7,4	83	107	91,6	7,29	0,4355
Diam. Pesc. 25% (cm)	74	86,5	80,5	3,47	72	83	79,1	3,48	0,3121
Diam. Pesc. 50% (cm)	91	104,5	97,5	3,99	92	108	99,9	4,42	0,1468
Diam. Pesc. 75% (cm)	106	210	192	8,86	111	133	121	4,96	0,1050

P<0,05

Assim como discutido para o Grupo Obeso das éguas jovens, as éguas obesas do Grupo Adulto (Tab. 6) também apresentaram escore de pescoço acima de 3, o que está associado ao maior risco de desenvolvimento de doenças metabólicas e laminite (Paz et al., 2013; Magalhães et al., 2014). Corroborando ainda mais com esses dados, foram encontradas correlações significativas entre teor de insulina e escore de pescoço e ECC em éguas da raça Crioula (Paz et al., 2013).

Os valores das variáveis casco dos Grupos Obeso e Controle das éguas adultas estão na Tabela 7. A variável que mais chamou atenção ao comparar os grupos foi o afundamento (P= 0,003). As éguas do Grupo Obeso tiveram uma distância de afundamento (12,3±2,5 mm) cerca de 20% superior do que as éguas do Grupo Controle (10,2±2,2 mm). Os valores preconizados como normais pela literatura internacional para a distância de afundamento da falange distal são menor do que 10 mm (Eustace, 2010) a 11 mm (Redden, 1997; Pollitt, 2008). Uma vez que

essa variável não sofre interferência do casqueamento (Eustace, 2010), é considerada como a mais efetiva para avaliar a movimentação da falange distal. Considerou-se que esse afundamento nas éguas do Grupo Obeso deve estar relacionado a alterações endócrinas causadas pelo excesso de adiposidade, promovendo alterações nas lâminas do casco, com enfraquecimento das mesmas, o que permitiria movimentação da falange distalmente.

Em contraste com este achado, éguas jovens não apresentaram diferenças significativas para distância de afundamento. Tais discrepâncias podem ser explicadas pelos efeitos prolongados da obesidade em fêmeas adultas, conforme verificado na comparação entre obesas jovens e adultas (Tab. 3) Estudos em humanos têm demonstrado que pessoas que se tornam obesas durante a infância e adolescência tem maior chance de apresentar vários problemas médicos durante a fase adulta (Maffeis e Tatò, 2001). Assim nossos achados indicam que éguas Campolina, que recebem dieta acima de suas necessidades fisiológicas tornando-se obesas, apresentam alterações radiográficas de casco indicadoras de laminite, que se manifestam a partir dos cinco anos de idade.

Paz et al. (2013) publicaram o primeiro estudo controlado a demonstrar que equinos obesos, mesmo sem apresentar nenhum histórico ou sinal clínico de laminite, estão mais predispostos a apresentar alterações no posicionamento da falange distal. Em seguida, Magalhães et al. (2014), avaliando éguas da raça Mangalarga Marchador, também encontraram uma distância de afundamento maior (11,7%) nas éguas obesas ao comparar com as éguas do grupo normal. Ainda no mesmo ano, Xavier et al. (2014) encontraram resultados que sugerem a existência de correlação entre obesidade e sinais de laminite em equinos de patrulhamento. Esses trabalhos corroboram com os resultados encontrados no presente trabalho com éguas Campolinas.

Todos os animais dos trabalhos citados acima, inclusive as éguas do presente trabalho, não apresentavam sinais clínicos de laminite apesar dos animais do Grupo Obeso terem alguma alteração radiográfica no posicionamento da falange distal. Isso confirma que a laminite endocrinopática é crônica e subclínica e que o deslocamento da falange distal precede a sintomatologia dolorosa. Esse fato também foi comprovado ao induzir hiperglicemia em equinos Puro Sangue Inglês (PSI) resultando em alterações histológicas importantes sem que os animais apresentassem claudicação (Walssh et al., 2009; De Laat et al., 2012).

Tabela 7. Valores mínimo, máximo, média e desvio padrão das variáveis casco do Grupo Controle (n = 27 cascos) e do Grupo Obeso (n = 26 cascos) de éguas adultas, acima de cinco anos de idade, e valor de P para comparação entre os grupos.

VARIÁVEL	GRUPO CONTROLE ADULTO (n=27)				GRUPO OBESO ADULTO (n=26)				Valor de P
	Míni mo	Máxi mo	Méd ia	Desvio Padrão	Míni mo	Máxi mo	Méd ia	Desvio Padrão	
Ang. Palmar Afundamento (mm)	0,22	10,7	4,51	2,78	-2,81	6,6	2,11	2,38	0,0014
Esp. Sola (mm)	11,3	27,7	17,4	3,9	14,9	27,4	20,9	3,9	0,0025
Ang. Casco	43,4	59,73	51,3	4,1	42,1	55,62	49,6	3,09	0,0891
CF Prox. (mm)	15,4	21,7	18,5	1,7	15,4	22,4	18,9	1,7	0,3926
CF Dist. (mm)	13,5	19,9	17	1,7	14,1	20,6	17	1,6	0,9257
Sup. Pinça (%)	61,6	83,87	70,4	6,06	64,6	84,7	73,5	5,66	0,0634
Inter. Dist (âng)	0,49	31,28	12,5	8,34	5,69	32,44	23,0	6,83	6,02E-06
Inter. Prox (âng)	-5,96	9,26	2,19	4,59	-8,68	7,26	2,01	3,69	0,8784
Comp. P2 (cm)	3,64	4,98	4,3	0,37	3,52	4,17	3,92	0,18	2E-05
Rotação P3 (âng)	-6,19	0,73	-2,27	1,81	-5,28	-0,42	-2,78	1,15	0,2297
Casco-Quartela (âng)	155	183,8	169	7,16	152	173,5	161	5,68	5E-05
Breakover (cm)	2,55	4,09	3,08	0,44	2,43	4,33	3,29	0,51	0,1234

P<0,05

Ainda na tabela 7, outros resultados estatisticamente diferentes foram ângulo palmar (P = 0,001) e espessura de sola (P=0,002). Os animais obesos apresentaram um ângulo palmar menor (2,11±2,38 graus) e espessura de sola maior (20,9±3,9 mm) do que os do Grupo Controle (4,51±2,78 graus e 17,4±3,9 mm respectivamente). Quanto maior o ângulo palmar, mais o ápice da falange distal fica mais próximo da margem da sola, ou seja, menor é a espessura da sola. A esses achados atribuímos à presença de casqueamento no Grupo Obeso e ausência no Grupo Controle.

O ângulo palmar é uma das principais mensurações para avaliar rotação disto-palmar da falange distal. De acordo com a literatura internacional a variação normal é de 3 a 5° (Redden, 2003; O'Grady, 2008). No presente trabalho encontrou-se a menor média (2,11±2,38°) no Grupo Obeso das éguas adultas e a maior média (4,51±2,78°) no Grupo Controle das éguas adultas. Valores ainda maiores foram encontrados em animais normais por Smith et al. (2004) e Xavier et al. (2014). Esse ângulo pode sofrer grande variação com diferentes práticas de casqueamento. Kummer et al. (2006) encontraram uma porcentagem de alteração do ângulo palmar de -30 a -40% após o casqueamento.

No caso do ângulo da parede dorsal do casco, a literatura internacional encontrou valor de normalidade de aproximadamente 52,2°±3,7° (Eliashar et al., 2004; Dyson et al., 2011). As éguas Campolinas avaliadas apresentaram a menor média (49,61°±3,09°) no Grupo Obeso adulto e a maior média (50,74°±4,2°) no Grupo de éguas controle adultas. Esse ângulo também pode sofrer grande interferência por casqueamento (Sherlock e Parks, 2013). Kummer et al. (2006) encontraram uma porcentagem de alteração do ângulo do casco de -5 a 6% após casqueamento.

A distância proximal encontrada entre o casco e a falange das éguas Campolinas foi em torno de 18 mm e a distal em torno de 16 a 17 mm. Esse resultado corrobora com a constatação de que a distância casco-falange distal pode ser menor do que a proximal, devido ao ângulo mais agudo da falange distal com o solo comparado com o ângulo da parede dorsal do casco com o solo (Sherlock e Parks, 2013). Além disso, esses valores estão próximos aos encontrados por Magalhães et al. (2014) e Xavier et al. (2014) que foram em média 19,65 mm e 17 mm, respectivamente. Outros valores foram encontrados na literatura internacional: < 19 mm para raças menores (< 1,50 m de altura) (Cripps e Eustace, 1999; Redden, 2003; Fraley, 2007), 18 a 20 mm para cavalos de sela “Warmblood” (Sloet Van Oldruitenborgh-Oosterbaan, 1999) e média de 20 mm para trotadores “Standardbreds” (Redden, 2003).

#### *5.4. Correlação entre as variáveis de éguas jovens*

Correlacionaram-se as variáveis de adiposidade entre si, as variáveis adiposidade com as variáveis casco e as variáveis casco entre si, primeiramente do Grupo Jovem, de acordo com as Tabelas 8 a 10 a seguir.

Tabela 8. Correlações entre as variáveis adiposidade do Grupo Jovem, éguas até 5 anos de idade (n= 44 cascos).

		ECC	Peso (kg)	Altura (m)	Esc. Pesc.	Comp. Pesc. (cm)	25% (cm)	50% (cm)	75% (cm)
<b>Idade</b>	n	44	44	44	44	44	44	44	44
	r	0,3613	0,1066	0,2917	0,3689	0,09985	-0,2211	0,05790	0,06055
	P	0,0160	0,4911	0,0547	0,0162	0,5190	0,1492	0,7089	0,6962
	Sig.	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
<b>ECC</b>									
	r		0,3953	0,2612	0,6550	0,004302	0,1664	0,3831	0,3461
	p		0,0079	0,0868	P<0.0001	0,9779	0,2804	0,0103	0,0214
	Sig.		**	ns	***	ns	ns	*	*
<b>Peso (kg)</b>									
	r			0,7258	0,4771	0,3984	0,4882	0,7130	0,7555
	p			P<0.0001	0,0014	0,0074	0,0008	P<0.0001	P<0.0001
	Sig.			***	**	**	***	***	***
<b>Altura (m)</b>									
	r				0,5141	0,4113	0,2596	0,6110	0,6920
	p				0,0005	0,0055	0,0888	P<0.0001	P<0.0001
	Sig.				***	**	ns	***	***
<b>Esc. Pesc.</b>									
	r					0,2859	0,2970	0,6074	0,6453
	p					0,0665	0,0561	P<0.0001	P<0.0001
	Sig.					ns	ns	***	***
<b>Comp. Pesc. (cm)</b>									
	r						0,3609	0,4175	0,6076
	p						0,0161	0,0048	P<0.0001
	Sig.						*	**	***
<b>25% (cm)</b>									
	r							0,5167	0,5163
	p							0,0003	0,0003
	Sig.							***	***
<b>50% (cm)</b>									
	r								0,8000
	p								P<0.0001
	Sig.								***

P<0,05 = \*; P<0,01 = \*\*; P<0,0001 = \*\*\*

O peso dessas éguas teve correlação positiva com todas as variáveis usadas para avaliar a adiposidade. Dessa forma, podemos ter certeza que todas as variáveis foram aferidas corretamente, mostrando que quanto maior o peso das éguas, maior acúmulo de gordura elas têm. Além disso, essas correlações positivas médias a altas entre esses parâmetros indicam segurança na utilização desses para determinar adiposidade em éguas Campolinas. Ainda na Tabela 8, pôde-se observar que quanto mais altas eram as éguas maior eram o comprimento e o escore de pescoço e a espessura do pescoço a 50 e 75%. É esperado que um animal mais alto tenha as estruturas do corpo proporcionalmente maiores. Essa proporção também pode ser vista na correlação encontrada entre o comprimento do pescoço e sua espessura a 25, 50 e 75%. A espessura do pescoço a 25% de éguas campolinas adultas jovens parece ser a região que menos acompanha, em proporção, o comprimento do pescoço e a altura do animal. Mas, ao correlacionar as espessuras do pescoço entre si, encontrou-se alta correlação. Ou seja, o acúmulo de gordura no pescoço dessas éguas do grupo jovem é refletido em todo o comprimento do pescoço.

A variável idade correlaciona-se positivamente com as variáveis ECC e escore de pescoço. Uma vez que essas éguas jovens têm de 3 a 5 anos de idade, é natural que ainda estejam em fase de desenvolvimento e acumulando gordura com o avançar da idade. Já o ECC, apresentou uma correlação elevada ( $r = 0,66$ ) com o escore de pescoço, média com o peso ( $r = 0,40$ ) e um pouco menor, mas presente, com o diâmetro do pescoço a 50 ( $r = 0,38$ ) e 75% ( $r = 0,35$ ). Isso mostra que o ECC pode ser usado com segurança como uma forma de avaliar a adiposidade e que existe uma grande tendência ao acúmulo de adiposidade no pescoço dos equinos, nesses animais, principalmente a 50 e 75%.

Em éguas Mangalarga Marchador, o diâmetro do pescoço a 25 e 50% foram os que mais apresentaram correlação com os outros parâmetros de adiposidade e o diâmetro a 75% apresentou baixa correlação com os outros parâmetros (Magalhães et al., 2014). Diferentemente do encontrado nas éguas MM, nas éguas Campolinas o diâmetro a 25% foi o que apresentou menor correlação com os demais parâmetros de adiposidade e os diâmetros a 50 e 75%, de um modo geral, apresentaram alta correlação com os outros parâmetros. Essa diferença pode ser atribuída às diferenças morfológicas entre as raças. Ou seja, aparentemente éguas MM tendem a apresentar maior acúmulo de gordura na parte médio-cranial do pescoço e Campolinas na porção médio-caudal do pescoço.

Outros trabalhos demonstraram correlações entre ECC e gordura subcutânea (Gentry et al., 2004; Rodrigues et al., 2011), entre ECC e sensibilidade a insulina (Vick et al., 2007) e entre ECC e concentração de leptina (Buff et al., 2002). A leptina é um indicador endócrino importante da massa adiposa e do estado nutricional, bem como é um relevante regulador de vários aspectos da ingestão de alimentos, crescimento, metabolismo e reprodução (Buff et al., 2002).

Na Tabela 9 estão as correlações entre as variáveis adiposidade e as variáveis casco. Como era de se esperar pela comparação entre Grupos Controle e Obeso, a variável afundamento não apresentou correlações significativas com quaisquer outras variáveis de casco. As variáveis de casco com maior número de correlações significativas com variáveis corpóreas foram as distâncias distal e proximal entre superfícies dorsais de casco e falange. A distância proximal correlacionou-se positivamente com altura ( $r = 0,32$ ) e comprimento de pescoço ( $r = 0,46$ ), mas também com indicadores de adiposidade como peso ( $r = 0,36$ ), escore corporal ( $r = 0,31$ ), escore de pescoço ( $r = 0,37$ ) e diâmetro de pescoço a 75% ( $r = 0,34$ ). Quanto à distância distal, a

situação foi similar com correlações significantes para idade ( $r = 0,40$ ), altura ( $r = 0,40$ ), comprimento de pescoço ( $r = 0,41$ ), mas também para escore de pescoço (0,49) e diâmetro de pescoço 75% ( $r = 0,32$ ).

Nestes Jovens, as correlações com fatores corporais como idade, altura e comprimento de pescoço são indicadoras da influência do desenvolvimento corporal nas distâncias entre casco e falange. Contudo, as várias correlações que houveram com fatores de adiposidade também indicam que a deposição de gordura localizada é proporcional a um aumento da distância em falange distal e parede do casco, demonstrando predisposição para laminite.

Já está bem documentado em trabalhos internacionais o aumento do risco de desenvolvimento de laminite em cavalos com SME, a qual tem a obesidade como componente primário. A obesidade, por sua vez, está associada à resistência à insulina, além da presença do aspecto inflamatório, causando aumento na concentração circulatória de leptina capaz de estimular a produção de citocinas pró-inflamatórias. Essas citocinas podem alterar a expressão e a ativação de enzimas que regulam a remodelação do tecido, as metaloproteinases, podendo alterar o crescimento do casco. Além disso, existe o envolvimento de alterações vasomotoras como consequência da RI, que podem gerar lesão e separação das lâminas dermais e epidermais do casco, culminando em afundamento e ou rotação da falange distal (Gentry et al., 2004; Asplin et al., 2007; Vick et al., 2007; Frank et al., 2010).

Tabela 9. Correlações entre as variáveis adiposidade e variáveis casco do Grupo Jovem, éguas até 5 anos de idade (n= 44 cascos).

		Ang Palm	Afundam	Esp. Sola	Ang Casco	CF Prox	CF Dist	Sup. Pinta	Inter Dist	Inter Prox	Comp. P2	Rotação	Casco Quar	Breakow
<b>Idade</b>	n	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
	r	-0,06845	0,1134	0,04265	-0,2880	0,2136	0,3988	-0,06038	-0,005260	0,4925	0,2825	0,2160	-0,02720	0,2717
	P	0,6589	0,4635	0,7834	0,0580	0,1638	0,0073	0,6970	0,9730	0,0007	0,0631	0,1591	0,8609	0,0744
	Sig.	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	***	ns	ns	ns	ns
<b>ECC</b>	r	-0,09863	0,1751	0,3892	0,04524	0,3093	0,2370	0,2293	0,3345	0,1170	-0,3222	0,06054	-0,2677	0,2197
	p	0,5242	0,2557	0,0090	0,7706	0,0410	0,1214	0,1343	0,0265	0,4496	0,0329	0,6963	0,0790	0,1518
	Sig.	ns	ns	**	ns	*	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns
<b>Peso (kg)</b>	r	0,07005	0,2151	0,1733	0,1894	0,3605	0,2966	0,004269	0,06964	-0,02708	0,06315	0,05199	-0,05856	0,1077
	p	0,6514	0,1609	0,2605	0,2181	0,0162	0,0506	0,9781	0,6533	0,8615	0,6838	0,7375	0,7057	0,4866
	Sig.	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Altura (m)</b>	r	-0,1400	0,2699	0,2514	0,01093	0,3231	0,4032	0,08476	0,1525	0,1714	0,2180	0,1791	-0,1305	0,3343
	p	0,3648	0,0764	0,0997	0,9439	0,0324	0,0066	0,5844	0,3231	0,2659	0,1551	0,2448	0,3985	0,0265
	Sig.	ns	ns	ns	ns	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
<b>Esc. Pesc.</b>	r	-0,03102	0,1105	0,2071	0,1015	0,3668	0,4949	0,02188	0,1641	0,2241	-0,1236	0,2019	-0,1456	0,2930
	p	0,8454	0,4861	0,1881	0,5225	0,0169	0,0009	0,8906	0,2991	0,1536	0,4354	0,1997	0,3575	0,0596
	Sig.	ns	ns	ns	ns	*	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Comp. Pesc. (cm)</b>	r	-0,1513	0,2424	-0,1141	-0,3189	0,4643	0,4068	-0,05049	0,03497	-0,1196	0,4822	-0,1287	0,01339	0,2485
	p	0,3268	0,1128	0,4609	0,0349	0,0015	0,0061	0,7448	0,8217	0,4393	0,0009	0,4051	0,9313	0,1038
	Sig.	ns	ns	ns	*	**	**	ns	ns	ns	***	ns	ns	ns
<b>25% (cm)</b>	r	0,2260	0,2139	0,1042	0,2445	0,1071	-0,03471	-0,1146	-0,1661	-0,3373	0,1690	-0,2613	0,1714	-0,05284
	p	0,1402	0,1632	0,5009	0,1097	0,4889	0,8230	0,4589	0,2811	0,0251	0,2727	0,0866	0,2658	0,7334
	Sig.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
<b>50% (cm)</b>	r	0,1623	0,09819	0,2469	0,3835	0,1343	0,1518	-0,1336	-0,08588	-0,1476	-0,02226	-0,03138	0,08858	-0,01557
	p	0,2927	0,5260	0,1062	0,0102	0,3848	0,3252	0,3874	0,5794	0,3392	0,8860	0,8398	0,5675	0,9201
	Sig.	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>75% (cm)</b>	r	0,1219	0,2502	0,07586	0,2458	0,3401	0,3194	-0,2040	0,1092	0,04786	-0,02574	-0,02138	-0,1554	0,06466
	p	0,4305	0,1015	0,6245	0,1078	0,0239	0,0346	0,1842	0,4805	0,7577	0,8683	0,8905	0,3137	0,6767
	Sig.	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

P<0,05 = \*; P<0,01 = \*\*; P<0,0001 = \*\*\*

De forma interessante, o comprimento da falange média (P2) correlacionou-se negativamente ( $r = -0,32$ ) com escore corporal. O comprimento de P2 correlacionou-se positivamente com comprimento de pescoço ( $r = 0,48$ ). Ambas variáveis foram significativamente maiores comparando-se animais examinados nos Haras com animais examinados na Exposição Nacional da raça. Assim, sugere-se que esses fatos estejam relacionados à presença de equinos de uma linhagem com maior comprimentos de quartela e pescoço no Grupo Controle. Tais animais são oriundos de Haras da região de Entre Rios de Minas e foram incluídos para compor o Grupo Controle, uma vez a grande maioria dos equinos examinados na Exposição Nacional da raça encontravam-se obesos.

Na Tabela 10 estão os resultados das correlações entre as variáveis casco do Grupo Jovem. Nessa Tabela, para correlacionar os ângulos do eixo casco-quartela (casco quart) com as demais variáveis, foi preciso considerar que o alinhamento entre as falanges fosse igual a zero, e não mais  $180^\circ$  como foi mensurado e considerado nas outras tabelas. Isso devido ao programa MetronHoof-Pro<sup>4</sup>, ao medir os ângulos Inter Dist. e Inter Prox., considerar que quando há alinhamento entre as falanges o ângulo é igual a zero. Assim, utilizou-se a fórmula 180 menos o valor do ângulo do eixo casco quartela.

Pôde-se observar que à medida que o ângulo palmar aumenta, um reflexo de talões altos, há aumento concomitante no ângulo do casco ( $r = 0,61$ ), o que parece refletir em flexão da articulação interfalângica distal ( $r = -0,41$ ) e quebra dorsal do eixo casco-quartela, que também diminui seu ângulo ( $r = -0,34$ ). Tais alterações normalmente promovem maior apoio na região da pinça, que se desgasta mais que os talões, resultando em menor espessura de sola ( $r = -0,41$ ), menor distância de breakover ( $r = -0,62$ ) e menor suporte na região da pinça ( $r = -0,52$ ).

Outra observação interessante em relação à Tabela 10, é que a distância de afundamento tem elevada correlação com a distância proximal entre casco e falange ( $r = 0,61$ ). Isto parece começar a refletir uma fragilidade ou mesmo uma proliferação celular na interface derme-epiderme na região próximo-dorsal do casco (Karikoski et al., 2015).

Tabela 10. Correlações entre as variáveis casco do Grupo Jovem, éguas até 5 anos de idade (n=44 cascos).

		Afundam	Esp. Sola	Ang Casco	CF Prox	CF Dist	Sup. Pinça	Inter Dist	Inter Prox	Comp. P2	Rotação	Casco Quar	Breakovw
<b>Ang Palm.</b>	n	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
	r	-0,1757	-0,4092	0,6128	-0,3130	-0,2490	-0,5173	-0,4121	-0,1991	-0,1292	-0,07009	-0,3387	-0,6161
	p	0,2538	0,0058	P<0.0001	0,0385	0,1032	0,0003	0,0054	0,1951	0,4033	0,6512	0,0245	P<0.0001
	Sig.	ns	**	***	*	ns	***	**	ns	ns	ns	*	***
<b>Afundam.</b>	r		-0,08427	-0,3475	0,6120	0,2518	0,02779	0,3780	0,2815	-0,01454	-0,4807	0,4661	0,04565
	p		0,5865	0,0208	P<0.0001	0,0991	0,8579	0,0114	0,0642	0,9253	0,0010	0,0014	0,7686
	Sig.		ns	*	***	ns	ns	*	ns	ns	***	**	ns
<b>Esp. Sola</b>	r			0,01560	0,07900	0,2229	0,6262	0,3545	-0,08058	-0,2298	0,06397	0,179	0,5837
	p			0,9200	0,6102	0,1458	P<0.0001	0,0182	0,6031	0,1335	0,6799	0,2450	P<0.0001
	Sig.			ns	ns	ns	***	*	ns	ns	ns	ns	***
<b>Ang Casco</b>	r				-0,4385	-0,2910	-0,4885	-0,2374	-0,3894	-0,3851	0,1395	-0,2173	-0,5104
	p				0,0029	0,0554	0,0008	0,1207	0,0090	0,0098	0,3664	0,1566	0,0004
	Sig.				**	ns	***	ns	**	**	ns	ns	***
<b>CF Prox</b>	r					0,7958	0,2838	0,4404	0,2482	0,1356	-0,2449	0,3649	0,4508
	p					P<0.0001	0,0619	0,0028	0,1043	0,3801	0,1091	0,0149	0,0021
	Sig.					***	ns	**	ns	ns	ns	*	**
<b>CF Dist</b>	r						0,2742	0,2636	0,2581	0,2408	0,2530	0,174	0,6203
	p						0,0717	0,0839	0,0908	0,1153	0,0975	0,2584	P<0.0001
	Sig.						ns	ns	ns	ns	ns	ns	***
<b>Sup. Pinça</b>	r							0,3357	0,00003069	-0,02903	-0,03562	0,1563	0,6964
	p							0,0259	0,9998	0,8516	0,8185	0,3110	P<0.0001
	Sig.							*	ns	ns	ns	ns	***
<b>Inter Dist</b>	r								0,3103	-0,3221	-0,1379	0,8809	0,2750
	p								0,0403	0,0330	0,3721	P<0.0001	0,0708
	Sig.								*	*	ns	***	ns
<b>Inter Prox</b>	r									-0,01488	0,08765	0,473	0,1866
	p									0,9236	0,5715	0,0012	0,2252
	Sig.									ns	ns	**	ns
<b>Comp. P2</b>	r										0,1423	-0,3277	0,3119
	p										0,3569	0,0299	0,0393
	Sig.										ns	*	*
<b>Rotação</b>	r											-0,1256	0,2439
	p											0,4167	0,1107
	Sig.											ns	ns
<b>Casco Quar</b>	r												0,1585
	p												0,3041
	Sig.												ns

P<0,05 = \*; P<0,01 = \*\*; P<0,0001 = \*\*\*

### 5.5. Correlação entre as variáveis de éguas adultas

As correlações entre as variáveis de adiposidade, entre as variáveis de adiposidade com as variáveis casco e entre as variáveis casco das éguas adultas estão representadas respectivamente nas Tabelas 11, 12 e 13. De acordo com a Tabela 11, a idade correlacionou negativamente com praticamente todas as variáveis de adiposidade, com exceção apenas do escore e comprimento de pescoço. Isso se deve, muito provavelmente, ao fato de que as éguas mais velhas do grupo adulto são as éguas a pasto, conforme pode ser observado na Tabela 6. Essas éguas a pasto são éguas de uma linhagem mais antiga da raça Campolina, de Entre Rios de Minas, berço da raça. Essas éguas eram criadas soltas a pasto, de maneira rústica, com objetivo de reprodução e trabalho, portanto, tinham menor adiposidade.

Tabela 11. Correlações entre as variáveis adiposidade do Grupo Adulto, éguas com mais de 5 anos de idade (n= 53 cascos).

		ECC	Peso	Altura	Esc. Pesc.	Comp Pes	25%	50%	75%
<b>Idade</b>	n	53	53	53	53	53	53	53	53
	r	-0,2836	-0,4035	-0,5873	-0,05192	0,1211	-0,2879	-0,3427	-0,3100
	p	0,0310	0,0017	P<0.0001	0,6987	0,3651	0,0284	0,0084	0,0179
	Sig	*	***	***	ns	ns	*	**	**
<b>ECC</b>	r		0,3659	0,2233	0,6823	-0,1703	0,07606	0,4889	0,4599
	p		0,0047	0,0919	P<0.0001	0,2011	0,5704	P<0.0001	0,0003
	Sig		**	ns	***	ns	ns	***	***
<b>Peso (kg)</b>	r			0,6101	0,2156	0,3768	0,6932	0,6535	0,8285
	p			P<0.0001	0,1042	0,0036	P<0.0001	P<0.0001	P<0.0001
	Sig			***	ns	**	***	***	***
<b>Altura (m)</b>	r				0,09685	0,08844	0,3151	0,2870	0,4954
	p				0,4695	0,5092	0,0160	0,0289	P<0.0001
	Sig				ns	ns	*	*	***
<b>Esc. Pesc.</b>	r					-0,09680	0,2748	0,4494	0,2997
	p					0,4697	0,0368	0,0004	0,0223
	Sig					ns	*	***	*
<b>Comp Pesc. (cm)</b>	r						0,4469	0,06041	0,1580
	p						0,0004	0,6524	0,2361
	Sig						***	ns	ns
<b>25% (cm)</b>	r							0,6681	0,6371
	p							P<0.0001	P<0.0001
	Sig							***	***
<b>50% (cm)</b>	r								0,7986
	p								P<0.0001
	Sig								***

P<0,05 = \*; P<0,01 = \*\*; P<0,0001 = \*\*\*

De forma bem semelhante aos resultados encontrados para o Grupo Jovem, o ECC teve correlação positiva e significativa com peso ( $r = 0,37$ ), escore de pescoço ( $r = 0,68$ ) e com as espessuras de pescoço a 50 e 75% ( $r = 0,49$  e  $r = 0,46$  respectivamente) nesse Grupo Adulto. Assim como já discutido anteriormente, esses resultados mostraram que é possível usar o ECC como método seguro para avaliar a adiposidade e existe uma forte tendência de acúmulo de gordura no pescoço dessas éguas, principalmente a 50 e 75%. As espessuras do pescoço tiveram alta correlação entre si.

Ainda, semelhante ao encontrado no Grupo Jovem, o peso correlacionou com praticamente todas as variáveis de adiposidade, com exceção do escore de pescoço. A altura teve correlação significativa com as espessuras do pescoço a 25% ( $r = 0,32$ ), 50% ( $r = 0,29$ ) e, principalmente a 75% ( $r = 0,50$ ). Os mesmos raciocínios utilizados para discutir os resultados anteriores, da Tabela 8, podem ser usados para o Grupo Adulto, Tabela 11. A correlação negativa entre o peso e a idade foi discutida anteriormente.

Nesse grupo das éguas adultas, a espessura de pescoço a 50% foi o que teve maior correlação ( $r = 0,45$ ) com o escore de pescoço e o comprimento de pescoço teve correlação com a espessura de pescoço a 25% apenas ( $r = 0,45$ ). No Grupo Jovem, o escore de pescoço teve correlação elevada com as espessuras de pescoço a 50 e 75%. Assim, parece que a espessura de pescoço a 50% é a melhor para avaliar a deposição de gordura local em éguas da raça Campolina. Essa medida a 50% também é a mais fácil de ser realizada, uma vez que é necessário apenas levar em consideração a metade do comprimento do pescoço.

Na Tabela 12 estão as correlações entre as variáveis adiposidade e as variáveis casco do Grupo Adulto. O que mais chamou a atenção foram as correlações entre a distância de afundamento e as variáveis de adiposidade. O afundamento foi maior quanto maior o peso ( $r = 0,44$ ), a altura ( $r = 0,33$ ), o comprimento de pescoço ( $r = 0,26$ ) e quanto maior eram as espessuras de pescoço a 25% ( $r = 0,28$ ), a 50% ( $r = 0,30$ ) e, principalmente, a 75% ( $r = 0,42$ ). Além disso, também existe correlação entre a distância casco-falange (CF) e as variáveis de adiposidade, assim como encontrado nas éguas mais jovens. Assim como discutido para as éguas do Grupo Jovem, Tabela 9, além desses resultados mostrarem que há proporção entre o tamanho do animal e as estruturas do casco, os resultados indicam que éguas Campolinas adultas com maiores valores de adiposidade estão sob efeito das alterações hormonais causadas pelo excesso de adiposidade ou pela obesidade causando lesão e enfraquecimento das lâminas do casco, o que causou não só o afastamento entre a parede dorsal do casco e a falange distal mas também o afundamento da falange distal. Essa distância de afundamento da falange distal, como não sofre alteração por casqueamento, é uma das medidas mais seguras para avaliar a presença e gravidade da laminite (Eustace, 2010).

No estudo realizado com animais Mangalarga Marchador, a distância de afundamento da falange distal apresentou correlação positiva com indicadores de adiposidade, demonstrando que quanto maior a adiposidade maior a distância de afundamento (Magalhães et al., 2014). Correlações positivas também foram evidentes entre o ângulo palmar da falange distal e medidas de adiposidade como ECC e a espessura de tecido adiposo na base da cauda dos equinos mestiços de Brasileiro de Hipismo (Xavier et al., 2014). No outro estudo, utilizando a raça Crioulo, os animais obesos, de maior ECC (8 e 9), apresentaram ângulos de rotação da falange distal superiores aos de ECC menores (6 e 7) (Paz et al., 2013).

Assim como encontrado no trabalho de Paz et al. (2013) com éguas Crioulas e Magalhães et al. (2014) com éguas MM, esses resultados encontrados no presente trabalho indicam que éguas

Campolinas com maior adiposidade também estão mais sujeitas a desenvolver laminite endocrinopática. Apesar de não ter sido realizado exame de dosagem da concentração plasmática de insulina nesse trabalho, para diagnóstico de resistência à insulina, muitos trabalhos já demonstraram a relação entre obesidade e RI em cavalos. Sabe-se, também, que a captação de glicose pelas lâminas do casco não é dependente de insulina (Asplin et al., 2007; Walsh et al., 2009), portanto a lesão não é causada pela falta de glicose e sim, pelas ações vasorreguladoras da insulina (Asplin et al., 2007; Frank et al., 2010).

Na Tabela 13 estão as correlações entre as variáveis casco do Grupo Adulto. A mesma discussão feita para o Grupo Jovem cabe aqui, devido às semelhanças entre os resultados encontrados. À medida que o ângulo palmar aumenta, um reflexo de talões altos, há aumento no ângulo do casco ( $r = 0,69$ ), o que reflete em flexão da interfalângica distal ( $r = -0,50$ ) e quebra dorsal do eixo casco-quartela que também diminui seu ângulo ( $r = -0,53$ ). Essas alterações promovem maior apoio na região da pinça, que se desgasta mais que os talões, resultando em menos espessura de sola ( $r = -0,48$ ), menor distância de breakover ( $r = -0,51$ ) e menor suporte na região da pinça ( $r = -0,68$ ).

Outra observação importante com relação à Tabela 13 é que a distância de afundamento parece refletir uma fragilidade ou mesmo uma proliferação celular na interface derme-epiderme, uma vez que se correlacionou positivamente com a distância dorsal entre casco e falange, tanto de forma proximal ( $r = 0,54$ ) quanto distal ( $r = 0,38$ ). Correlações positivas também se observaram entre a distância de afundamento com espessura de sola ( $r = 0,28$ ) e distância de breakover ( $r = 0,30$ ), o que reforça a tese de proliferação celular. No Grupo Jovem, parece que o menor tempo de exposição dos animais às alterações metabólicas trouxe menos alterações de proliferação celular no casco, uma vez que apenas foi observado um aumento da distância casco-falange proximal com o aumento do afundamento.

Ainda na Tabela 13, pôde-se observar que o ângulo de rotação correlacionou-se negativamente com o ângulo de casco ( $r = -0,35$ ), ou seja, quando aumenta a rotação o ângulo de casco diminui. Isso acontece devido ao achinelamento do casco, ou seja, a pinça cresce e com isso diminui o ângulo do casco. Esse fato não apareceu no grupo jovem, provavelmente, devido ao pouco tempo de exposição as alterações hormonais.

Tabela 12. Correlações entre as variáveis adiposidade e variáveis casco do Grupo Adulto, éguas com mais de 5 anos de idade (n= 53 cascos).

		Ang Palm	Afundam	Esp. Sola	Ang Cas	CF Prox	CF Dist	Sup. Pinea	Inter Dist	Inter Prox	Comp P2	Rotação	Casco Quar	Breakow
<b>Idade</b>	n	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
	r	0,1349	-0,2053	-0,09476	-0,1574	-0,1562	-0,09833	0,06363	-0,07793	-0,3582	0,08430	-0,03479	0,2367	0,09154
	p	0,3171	0,1255	0,4832	0,2423	0,2458	0,4668	0,6382	0,5645	0,0062	0,5330	0,7973	0,0763	0,4983
	Sig	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
<b>ECC</b>	r	-0,3618	0,4706	0,4561	-0,1120	0,1895	-0,01647	0,2011	0,6647	-0,02669	-0,5510	-0,3112	-0,6013	0,2213
	p	0,0057	0,0002	0,0004	0,4068	0,1581	0,9032	0,1336	P<0,0001	0,8438	P<0,0001	0,0185	P<0,0001	0,0980
	Sig	**	***	***	ns	ns	ns	ns	***	ns	***	*	***	ns
<b>Peso (kg)</b>	r	-0,1093	0,4430	0,2228	0,1856	0,5223	0,2057	0,1195	0,2501	-0,1173	0,2810	-0,2845	-0,2113	0,07221
	p	0,4181	0,0006	0,0958	0,1669	P<0,0001	0,1248	0,3760	0,0606	0,3848	0,0342	0,0320	0,1147	0,5935
	Sig	ns	***	ns	ns	***	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
<b>Altura (m)</b>	r	-0,1994	0,3287	0,1339	-0,04106	0,2831	0,1577	0,1738	0,1964	0,1254	0,04737	0,06411	-0,2881	0,1422
	p	0,1371	0,0126	0,3207	0,7617	0,0329	0,2415	0,1960	0,1432	0,3527	0,7264	0,6356	0,0298	0,2912
	Sig	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
<b>Esc. Pesc.</b>	r	-0,3364	0,3421	0,6559	-0,04569	0,1864	-0,05720	0,1619	0,5252	-0,1516	-0,4249	-0,2539	-0,5465	0,4611
	p	0,0105	0,0092	P<0,0001	0,7358	0,1651	0,6726	0,2288	P<0,0001	0,2603	0,0010	0,0566	P<0,0001	0,0003
	Sig	*	**	***	ns	ns	ns	ns	***	ns	***	ns	***	***
<b>Comp. Pesc. (cm)</b>	r	0,1258	0,2630	-0,3057	-0,01765	0,3437	0,3522	-0,1136	-0,02592	-0,5083	0,5804	-0,01126	0,1071	0,1229
	p	0,3512	0,0481	0,0207	0,8963	0,0088	0,0072	0,4000	0,8482	P<0,0001	P<0,0001	0,9337	0,4279	0,3625
	Sig	ns	*	*	ns	**	**	ns	ns	***	***	ns	ns	ns
<b>25% (cm)</b>	r	0,1327	0,2782	0,01472	0,3243	0,3730	0,1925	-0,1555	0,01901	-0,07773	0,4362	-0,1946	-0,08350	0,02933
	p	0,3251	0,0362	0,9134	0,0139	0,0043	0,1514	0,2479	0,8884	0,5655	0,0007	0,1470	0,5369	0,8286
	Sig	ns	*	ns	*	**	ns	ns	ns	ns	***	ns	ns	ns
<b>50% (cm)</b>	r	-0,1243	0,2994	0,3155	0,2060	0,3410	0,06581	0,08558	0,3379	-0,04158	-0,01903	-0,2885	-0,2891	0,1087
	p	0,3570	0,0237	0,0168	0,1242	0,0094	0,6267	0,5267	0,0101	0,7588	0,8882	0,0295	0,0292	0,4210
	Sig	ns	*	*	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	*	*	ns
<b>75% (cm)</b>	r	-0,04300	0,4182	0,2958	0,2706	0,5150	0,1183	0,07817	0,3753	-0,1109	0,03557	-0,3997	-0,3431	0,08363
	p	0,7508	0,0012	0,0255	0,0418	P<0,0001	0,3809	0,5633	0,0040	0,4114	0,7928	0,0021	0,0090	0,5362
	Sig	ns	**	*	*	***	ns	ns	**	ns	ns	**	**	ns

P<0,05 = \*; P<0,01 = \*\*; P<0,0001 = \*\*\*

Tabela 13. Correlações entre as variáveis casco do Grupo Adulto, éguas com mais de 5 anos de idade (n= 53 cascos).

		Afundam	Esp. Sola	Ang Casco	CF Prox	CF Dist	Sup. Pinça	Inter Dist	Inter Prox	Comp P2	Rotação	Casco Quart	breakover
<b>Ang Palm.</b>	n	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
	r	-0,1980	-0,4811	0,6948	-0,04284	0,1269	-0,6788	-0,5032	-0,1580	0,2175	-0,02614	-0,5256	-0,5124
	p	0,1398	0,0002	P<0.0001	0,7517	0,3467	P<0.0001	P<0.0001	0,2403	0,1042	0,8469	P<0.0001	P<0.0001
	Sig	ns	***	***	ns	ns	***	***	ns	ns	ns	***	***
<b>Afundam.</b>	r		0,2779	-0,1918	0,5395	0,3820	0,1086	0,2550	-0,01469	-0,1623	-0,1760	0,3172	0,3045
	p		0,0364	0,1530	P<0.0001	0,0034	0,4213	0,0556	0,9136	0,2276	0,1903	0,0162	0,0213
	Sig		*	ns	***	**	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
<b>Esp. Sola</b>	r			-0,1826	0,1120	-0,3550	0,4896	0,4235	0,1059	-0,3404	-0,3810	0,4209	0,5844
	p			0,1740	0,4069	0,0067	0,0001	0,0010	0,4332	0,0096	0,0035	0,0011	P<0.0001
	Sig			ns	ns	**	***	**	ns	**	**	**	***
<b>Ang Casco</b>	r				0,2579	0,1017	-0,6101	-0,3825	-0,1383	0,2525	-0,3481	-0,3973	-0,5234
	p				0,0528	0,4515	P<0.0001	0,0033	0,3049	0,0581	0,0080	0,0022	P<0.0001
	Sig				ns	ns	***	**	ns	ns	**	**	***
<b>CF Prox</b>	r					0,5552	0,008669	0,05043	-0,1651	0,2835	-0,4366	0,08078	0,1565
	p					P<0.0001	0,9490	0,7095	0,2198	0,0326	0,0007	0,5503	0,2451
	Sig					***	ns	ns	ns	*	***	ns	ns
<b>CF Distal</b>	r						-0,2380	-0,2601	-0,1069	0,2015	0,3260	-0,1543	0,001387
	p						0,0746	0,0507	0,4289	0,1328	0,0133	0,2519	0,9918
	Sig						ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
<b>Sup. Pinça</b>	r							0,4404	0,1665	-0,01034	-0,06245	0,4207	0,5706
	p							0,0006	0,2158	0,9391	0,6444	0,0011	P<0.0001
	Sig							***	ns	ns	ns	**	***
<b>Inter Distal</b>	r								-0,1980	-0,3573	-0,2100	0,8734	0,3851
	p								0,1399	0,0064	0,1169	P<0.0001	0,0031
	Sig								ns	**	ns	***	**
<b>Inter Prox</b>	r									-0,1557	0,1069	0,02838	-0,05306
	p									0,2476	0,4286	0,8340	0,6951
	Sig									ns	ns	ns	ns
<b>Comp P2</b>	r										-0,1016	-0,3171	-0,1357
	p										0,4521	0,0162	0,3141
	Sig										ns	*	ns
<b>Rotação</b>	r											-0,1673	-0,02196
	p											0,2136	0,8712
	Sig											ns	ns
<b>Casco Quart</b>	r												0,3735
	p												0,0042
	Sig												**

P<0,05 = \*; P<0,01 = \*\*; P<0,0001 = \*\*\*

Em conjunto, os resultados desse estudo indicam uma associação entre obesidade e um aumento nas medidas radiográficas indicadoras de laminite em éguas Campolina. Mais pesquisas, incluindo a mensuração das concentrações corpóreas de insulina e outros biomarcadores de desequilíbrio metabólico em equinos da raça Campolina, são necessárias para entender melhor a fisiopatogenia da laminite endocrinopática e facilitar seu diagnóstico precoce.

Nossos achados também confirmam resultados prévios de que o exame radiográfico da falange distal pode ser um procedimento valioso na determinação de risco e no diagnóstico precoce da laminite em equinos de raças nacionais.

## 6. CONCLUSÕES

Os parâmetros de adiposidade internacionalmente utilizados podem ser usados em éguas Campolinas como forma de avaliar a deposição de gordura localizada em éguas da raça Campolina. A mensuração do diâmetro do pescoço a 50% da distância entre o topo da cabeça e o topo da cernelha foi considerado como o mais adequado para determinação objetiva de adiposidade em éguas Campolina considerando-se jovens e adultas.

Éguas Campolinas obesas, ainda jovens, mas principalmente as adultas, apresentam alterações na relação espacial entre o estojo córneo e falange distal, com destaque para aumento da distância de afundamento. A intensidade dessas alterações ocorre de forma proporcional ao aumento do acúmulo de gordura subcutânea, principalmente na região do pescoço. Tais achados corroboram achados prévios em outras raças nacionais e indicam a presença de doença metabólica associada à laminite subclínica.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASPLIN, K.E.; SILLENCE, M.N.; POLLITT, C.C.; MCGOWAN, C.M. Induction of laminitis by prolonged hyperinsulinaemia in clinically normal ponies. *The Veterinary Journal*, v.174, p.530-535, 2007.

BACH, O.; BUTLER, D.; WHITE, K.; METCALF, S. Hoof balance and lameness: improper toe length, hoof angle, and mediolateral balance. *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian*, v.17, n.10, p.1275-1282, 1995.

BALDWIN, G.I.; POLLITT, C.C. Progression of Venographic Changes After Experimentally Induced Laminitis. *The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice*, v.26, n.1, p.135-140, 2010. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20381742>>. Acesso em: 15 de julho de 2015.

BAXTER, G. Review of support limb lameness in horses. *Proc. American Association Equine Practitioners*. v.54, p.210-218, 2008.

BELKNAP, J.; MOORE, J.N.; CROUSER, E.C. Sepsis – from human organ failure to laminar failure. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v.129, n.3-4, p.155-157, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165242708007290>>. Acesso em: 21 de agosto de 2015.

- BUFF, P.; DODDS, A.; MORRISON, C.; WHITLEY, N.C.; MCFADIN, E.L; DANIEL, J.A.; DJIANE, J.; KEISLER, D.H . Leptin in horses: tissue localization and relationship between peripheral concentrations of leptin and body condition. *Journal of Animal Science.*, v.80, p.2942-2948, 2002.
- BUTLER, J.A.; COLLES, C.M.; DYSON, S.J.; KOLD, S.E.; POULOS, P.W. Foot pastern and fetlock. In: *Clinical Radiology of the Horse*, 3rd ed., Wiley Blackwell, Oxford, 2008. p 53-187.
- CARTER, R.A.; GEOR, R.J.; BURTON STANIAR, W. *et al.* Apparent adiposity assessed by standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies. *Vet. J.*, v.179, p.204-210, 2009.
- CRAIG, J.J.; CRAIG, M.F.; WELTNER, T.N. Quantifying conformation of the equine digit from lateromedial radiographs. In: Annual AESM meeting conference, 21, 2001, Sacramento. *Proceedings...Sacramento: Association of equine sports Medicine*, 2001, p.20-25.
- CRAIG, J. J.; CRAIG, M. F. Hoof and Bone Morphology of the Equine Digit: Challenges to Some Common Beliefs. 2005. Disponível em: <<http://www.eponashoe.com/documents/Morphology.pdf>>. Acesso em: 19 de agosto de 2015.
- CRIPPS, P.; EUSTACE, R. Radiological measurements from the feet of normal horses with relevance to laminitis. *Equine Veterinary Journal*, v.31, p.427-432, 1999.
- DE LAAT, M.A.; McGOWAN C.M.; SILLENCE M.N.; POLLITT C.C. Equine laminitis: Induced by 48 h hyperinsulinaemia in Standardbred horses. *Equine Veterinary Journal*, v.42, p.129-135, 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20156248>>. Acesso em: 11 de maio de 2015.
- DE LAAT, M.A.; SILLENCE, M.N.; McGOWAN, C.M.; POLLITT C. C. Continuous intravenous infusion of glucose induces endogenous hyperinsulinaemia and lamellar histopathology in Standardbred horses. *The Veterinary Journal.*, v.191, p.317-322, 2012.
- DE LA REBIERE, G.; FRANK, T.; DEBY-DUPONT, G.; SALCICCIA, A.; GRULKE, S.; PÉTERS, F.; SERTEYN, D. Effects of unfractionated and fractionated heparins on myeloperoxidase activity and interactions with endothelial cells: Possible effects on the pathophysiology of equine laminitis. *The Veterinary Journal*, v.178, p.62-69, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090023307003139>>. Acesso em: 01 de setembro de 2015.
- DYCE, K.M. Membro Torácico do Equino. In: Dyce, K.M., Sack, W.O., Wensing, C.J.G., editors. *Tratado de Anatomia Veterinária*. Saunders. Rio de Janeiro, tradução da 4 ed., 2010, p.586-623.
- DYSON, S.J.; TRANQUILLE, C.A.; COLLINS, S.N.; PARKIN, T.D.; MURRAY, R.C. External characteristics of the lateral aspect of the hoof differ between non-lame and lame horses. *The Veterinary Journal*, v.190, p.364-371, 2011.
- ELIASHAR, E.; MCGUIGAN, M.; WILSON, A. Relationship of foot conformation and force applied to the navicular bone of sound horses at the trot. *Equine Veterinary Journal*. v.36, p.431-435, 2004.

- EUSTACE, R. Equine laminitis. *In Practice*, v.12, p.156-161, 1990.
- EUSTACE, R.A. Clinical presentation, diagnosis, and prognosis of chronic laminitis in Europe. *Veterinary Clinics North America: Equine Practice*, v.26, p.391-405, 2010.
- FAGLIARI, J.J.; MCCLENAHAN, D.; EVANSON, O.A.; WEISS, D. J. Changes in plasma protein concentrations in ponies with experimentally induced alimentary laminitis. *American Journal of Veterinary Research*, v.59,, n.10, p.1234-1237, 1998. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9781453>>. Acesso em: 02 de junho de 2015.
- FALEIROS R.R.; MACORIS, D.G.; ALVES, G.E.; SOUZA, D.G.; TEIXEIRA, M.M.; MOORE, R.M. Local and remote lesions in horses subjected to small colon distension and decompression. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, v.72, p.68-72, 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2117370>>. Acesso em: 16 de junho de 2015.
- FALEIROS, R. R.; NUOVO, G.J.; BELKNAP, J.K.. Calprotectin in myeloid and epithelial cells of laminae from horses with black walnut extract-induced laminitis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v.23, n.1, p.174-181, 2009a. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19175737>>. Acesso em: 05 de junho de 2015.
- FALEIROS, R.R.; LEISE, B.S.; WATTS, M.; JOHNSON, P.J.; BLACK, S.J.; BELKNAP, J.K.. Lamellar chemokine mRNA concentrations in horses with carbohydrate overload-induced laminitis. *Veterinary Immunology Immunopathology*, v.15, n.1-2, p.45-51, 2011a. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21889804>>. Acesso em: 16 de junho de 2015.
- FALEIROS, R.R.; AMARAL, L.A.; PAZ, C.F.R.; NOGUEIRA, C.E.W. Obesidade e laminite, problemas a serem estudados na raça Crioula. *Anuário Raça Crioula*, 372 v.52, n. 49, p.400-402, 2012.
- FLOYD, A.E.; MANSMANN, R.A. *Equine Podiatry*. Saunders, 2007, p.480.
- FRALEY, B.T. *Acute Sinker syndrome - diagnosis and therapeutic options*, IN: North American Veterinary Conference, p.117-118, 2007. <http://www.ivis.org/proceedings/navc/2007/LA/044.asp?LA=1> Acessado em 19 de março de 2014.
- FRANK, N.; ELLIOTT, S.B.; BRANDT, L.E. *et al.*. Physical characteristics, blood hormone concentrations, and plasma lipid concentrations in obese horses with insulin resistance. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v.228, p.1383-1390, 2006.
- FRANK, N.; GEOR, R.J.; BAILEY, S.R.; DURHAM, A.E.; JOHNSON, P.J. Equine metabolic syndrome. *Journal Veterinary Internal Medicine*, v.24, p.467-475, 2010.
- GENTRY, L.; THOMPSON, D.; GENTRY, G. The relationship between body condition score and ultrasonic fat measurements in mares of high versus low body condition. *Journal Equine Veterinary Science*, v.24, p.198-203, 2004.
- GONÇALVES, C.A.P.; BOTTEON, P.T.L.; ALVES, G.E.S.; FALEIROS, R.R.; PAES LEME, F.O.; MENDES, H.M.F.; VASCONCELOS, A.C. Efeito de anti-inflamatórios não esteroidais na apoptose de células epidermais lamelares de equinos com laminite. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.65, n.5, p.1409-1418, 2013.

- HENNEKE, D.R.; POTTER, G.D.; KREIDER, J.L. et al. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Vet. J.*, v.15, p.371-372, 1983.
- HERTHEL, D.; HOOD, D.M. Clinical presentation, diagnosis, and prognosis of chronic laminitis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, v.15, p.375-394, 1999.
- HOOD, D.M. The pathophysiology of developmental and acute laminitis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, v.15, p.325-343, 1999. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10472115>>. Acesso em: 31 de agosto de 2015.
- HURLEY, D.J.; PARKS, R.J.; REBER, A.J.; DONOVAN, D.C.; OKINAGA, T.; VANDENPLAS, M.L.; PERONI, J.F.; MOORE, J.N. Dynamic changes in circulating leukocytes during the induction of equine laminitis with black walnut extract. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v.110, n.3-4, p.195-206, 2006. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16290066>>. Acesso em: 02 de junho de 2015.
- JOHNSON, P.J.; MESSER, N.T. Glucocorticoids and laminitis in the horse. *Veterinary Clinics of North American: Equine Practice*, v.18, n.2, p.219-236, 2002a. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15635906>>. Acesso em: 11 de maio de 2015. doi. 10.1016/S0749-0739(02)00015-9
- JOHNSON, P.J. The equine metabolic syndrome peripheral Cushing's syndrome. *Veterinary Clinics of North American: Equine Practice*, v.18, n.2, p.271-293, 2002b. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15635908>>. Acesso em: 24 de agosto de 2015.
- JOHNSON, P.J.; WIEDMEYER, C.E.; GANJAM, V.K. Medical implications of obesity in horses – Lessons for human obesity. *Journal of diabetes science and technology*, v.3, p.163-174, 2009.
- KATZ, L.M.; BAILEY, S.R. A review of recent advances and current hypotheses on the pathogenesis of acute laminitis. *Equine Veterinary Journal*, v.44, p.752–761, 2012.
- KARISKOSKI, N.P.; PATTERSON-KANE, J.C.; ASPLIN, K.E.; MCGOWAN, T.W.; MCNUTT, M.; SINGER, E.R.; MCGOWAN, C.M. Morphological and cellular changes in secundar epidermal of laminae horses with insulin-induced laminitis. *American Journal of Veterinary Research*, v.75, n.2, p.161-168, 2014. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24471752>>. Acesso em 17 nov. 2014.
- KARISKOSKI, N.P.; MCGOWAN, C.M.; SINGER, E.R.; ASPLIN, K.E.; TULAMO, R.M.; PATTERSON-KANE, J.C. Pathology of Natural Cases of Equine Endocrinopathic Laminitis Associated With Hyperinsulinemia. *Veterinary Pathology*, v. 52, n.5, p.945-956, 2015.
- KUMMER, M.; GEYER, H.; IMBODEN, I.; AUER, J.A.; LISCHER, C. The effect of foot trimming on radiographic measurements of the front feet of normal Warmblood horses. *Veterinary Journal*, v.172, p.58-66, 2006.
- LASKOSKI, L.M.; VALADÃO, C.A.A.; VASCONCELOS, R.O.; FERRUCCI, D.; SILVA, J.A.F.; MACHADO, D.R.S.; DORIA, R.G.S.; MENDONÇA, F.S. Expression of matrix metalloproteases-2 and -9 in horse hoof laminae after intestinal obstruction, with or without

Hydrocortisone treatment. *Ciência Rural*, v.43, n.1, p.66-72, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n1/a2613cr6720.pdf>>. Acesso em: 15 de julho de 2015. d

LASKOSKI, L.M.; VALADÃO, C.A.A.; DECONTO, I.; FALEIROS, R.R. An update on equine laminitis. *Ciência Rural*, no prelo.

LIMA, R.L.; MENDES, H.M.F.; MAGALHÃES, J.F.; MARKOWICS, L.C.; CAVALCANTI, C.B.; PAES LEME, F.O.; TEIXEIRA, M.M.; FALEIROS, R.R. Avaliação clínica e hematológica de equinos submetidos ao modelo de laminite por oligofruktose, tratados ou não com um agente antagonista de receptores CXCR1/2<sup>1</sup>. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.33, n.8, p.992-998, 2013.

LINFORD, R.L.; O'BRIEN, T.R.; TROUT, D.R. Qualitative and morphometric radiographic findings in the distal phalanx and digital soft tissues of sound Thoroughbred racehorses. *American Journal of Veterinary Research*, v.54, p.38-51, 1993.

LOFTUS, J.P.; BLACK, S.J.; PETTIGREW, A.; ABRAHAMSEN, E.J.; BELKNAP, J.K. Early laminar events involving endothelial activation in horses with black walnut-induced laminitis. *American Journal of Veterinary Research*, v. 68, n. 11, p. 1205-1211, 2007. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17975975>>. Acesso em: 05 de agosto de 2015.

MAGALHÃES, J.F.; LIMA, I.R.; LIMA, L.R.; VARELA, J.R.C.; VIEIRA, R.A.M.; ALVES, G.E.S.; FALEIROS, R.R. Estudo da correlação de medidas radiográficas indicadoras de laminite em éguas da raça Mangalarga Marchador com e sem sinais de sobrepeso. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.66, n.4, p.1023-1032, 2014.

MARTINS FILHO, L.P.; FAGLIARI, J.J.; MORAES, J.R.E.; SAMPAIO, R.C.; OLIVEIRA, J.A.; LACERDA NETO, J.C. Influência da heparina sódica na ocorrência de laminite equina induzida por sobrecarga de carboidratos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.6, p.1358-1366, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352008000600009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352008000600009&script=sci_arttext)>. Acesso em: 03 de agosto de 2015.

MAFFEIS, C.; TATÒ, L. Long-term effects of childhood obesity on morbidity and mortality. *Hormone Research*, v.55, n. suppl. 1, p. 42-45, 2001.

McFARLANE D.; DYBDAL, N.; DONALDSON, M.T.; MILLER, L.; CRIBB, A.E. Nitration and Increased a-Synuclein Expression Associated With Dopaminergic Neurodegeneration In Equine Pituitary Pars Intermedia Dysfunction. *Journal of Neuroendocrinology*. v.17, p.73-80, 2005. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15796757>>. Acesso em: 24 de agosto de 2015.

MORGAN, S.J.; GROSENBAUGH, D.A.; HOOD, D.M. The pathophysiology of chronic laminitis. Pain and anatomic pathology. *Veterinary Clinics of North American: Equine Practice*, v.15, p.395-417, 1999.

MORRISON, S. Chronic laminitis foot management. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, v.26, n.2, p.425-446, 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20699185>>. Acesso em: 31 de agosto de 2015.

MOYER, W. Chronic subsolar bruising. In: Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, 34, 1988, San Diego. *Proceedings...* Lexington: American Association of Equine Practitioners, 1989. p. 333-335.

O'GRADY, S. E.; POUPARD D. A. Physiological horseshoeing: an overview. *Equine Veterinary Education*, v. 13, n. 16, p. 330-334, 2001.

O'GRADY S. E.; POUPARD D. A. Proper physiologic horseshoeing. *The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice*, v. 19, n. 2, p. 333-351, 2003.

O'GRADY, S.E.; PARKS, A.H. Farriery options for acute and chronic laminitis. *Proc. American Association Equine Practitioners*, v.54, p.354-363, 2008.

O'GRADY, S.E. Basic Farriery for the performance horse. *The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice*, v. 24, n. 1, p. 203-218, 2008.

PAES LEME, F.O.; BONNA, F.A.B.; DE MARVAL, C.A.; XAVIER, S.H.N.; SANTOS, R.L.; FALEIROS, R.R.; ALVES G.E.S. Histopatologia das lâminas do casco de equinos com laminite aguda induzida e tratados com ketoprofeno, fenilbutazona e flunixin meglumine. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.62, n.2, p.241-250, 2010.

PARKS, A. Form and function of the equine digit. *The Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, Fort Collins, v. 19, n. 2, p. 285-307, 2003.

PARKS, A.H.; O'GRADY, S.E. Chronic laminitis: current treatment strategies. *The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice*, v.19, p.393-416, 2003.

PARKS, A. Patterns of displacement of the distal phalanx and its sequelae. In: *Proceedings of 46th British Equine Veterinary Association Congress*, Equine Veterinary Journal, Newmarket. p 204-205, 2007.

PAZ, C.F.R.; PAGANELA, J.; AMARAL, L.A. *et al.* Relação entre obesidade, insulina plasmática e posicionamento da falange distal em equinos da raça crioula. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.65, p.1699-1705, 2013.

PELOSO, J.G.; COHEN, N.D.; WALKER, M.A.; WATKINS, J.P.; GAYLE, J.M.; MOYER, W. Case control study of risk factors for the development of laminitis in the contralateral limb in Equidae with unilateral lameness. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.209, p.1746-1749, 1996.

POLLITT, C.C. Basement membrane pathology: a feature of acute equine laminitis. *Equine Veterinary Journal*, v.28, n.1, p.38-46, 1996. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8565952>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

POLLITT, C.C; DAVIES, C.T. Equine laminitis: its development coincides with increased sublamellar blood flow. *Equine Veterinary Journal*, suppl.26, p.125-132, 1998. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9932103>>. Acesso em: 10 de julho de 2015.

POLLITT, C.C. Equine laminitis: a revised pathophysiology. *American Association of Equine Practitioners Proceedings*, v.45, p.188-192, 1999. Disponível em: <[http://www.laminitisresearch.org/downloads/chrispollitt\\_equinelaminitis\\_revised\\_pathophysiology.pdf](http://www.laminitisresearch.org/downloads/chrispollitt_equinelaminitis_revised_pathophysiology.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2015.

POLLITT, C.C. *Equine laminitis current concepts*. Publication No. 08/062, Project No. RIRDC UQ-118A. Queensland- Australia, 2008. 116p.

PROCÓPIO, A.M.; BERGMANN, J.A.G.; COSTA, M.D.. Formação e demografia da raça Campolina. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, vol.55, no.3, 2003.

REDDEN, R.F. Clinical and radiographic examination of the equine foot. *Proc. American Association Equine Practitioners*, v.49, p.169-185, 2003.

REDDEN, R. F. A. Identifying and treating negative palmar angle. In: *Depth equine podiatry symposium notes*. 2010. Disponível em: <[http://www.nanric.com/identifying\\_negative%20\\_palmar\\_angle.html](http://www.nanric.com/identifying_negative%20_palmar_angle.html)> Acesso em: 17 de agosto de 2015.

RENDANO, V.T.; GRANT, B. The equine third phalanx: its radiographic appearance. *Veterinary Radiology*, v.19, p.125-135, 1978.

RIO TINTO, J.J.M.; ALVES, G.E.S.; FALEIROS, R.R.; SANTOS, R.L.; MARQUES JÚNIOR, A.P.; MELO, E.G. Utilização de hidrocortisona em equinos submetidos a isquemia e reperfusão no jejuno e suas conseqüências sob o cório laminar. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.3, p.292-299, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-09352004000300002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352004000300002)>. Acesso em: 16 de junho de 2015.

RODRIGUES, P.G.; RAYMUNDO, C.M.; SOUZA, J.C.; MIRANDA, M.C.M.G; REZENDE, A.S.C. Gordura corporal e eficiência reprodutiva em éguas doadoras de embrião Mangalarga Marchador. *Ciencia Agrotécnica*, v.35, p.1002-1008, 2011.

RYU, S.; KIM, B.S.; LEE, C.W.; YOON, J.; LEE, Y.L. Glucocorticoide-induced laminitis with hepatopathy in a thoroughbred filly. *The Journal of Veterinary Science*, v.5, n.3, p.271-274, 2004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15365245>>. Acesso em: 11 de maio de 2015.

SHERLOCK, C.; PARKS, A. Radiographic and radiological assessment of laminitis. *Equine Veterinary Education*, v.25, n.10, p.524-535, 2013.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, N.M. Laminitis in the horse: a review. *The Veterinary Quarterly*, v.21, p.121-127, 1999.

SMITH, S.S.; DYSON, S.J.; MURRAY, R.C.; WEEKES, J. Is there an association between distal phalanx angles and deep digital flexor tendon lesions. *Proc. American Association Equine Practitioners*, v.50, p.328-331, 2004.

STASHAK, T. S.; HILL, C.; KLIMESH, R.; OVNICK, G. Trimming and shoeing for balance and soundness. In: STASHAK, T.S. *Adams lameness in horses*. 5. Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002. p. 1081-1142.

*The Glass Horse: Elements of the Equine Distal Limb*. The University of Georgia and The Glass Horse Project, LLC. Georgia, 2004, p.28.

THRALL, D.E. *Textbook of veterinary diagnostic radiology*. 4.ed. Philadelphia: Saunders, 2002. 758p.

TREIBER, K.; KRONFELD, D.; HESS, T.; BYRD, B.M.; SPLAN, R.K.; STANIAR, W.B. Evaluation of genetic and metabolic predispositions and nutritional risk factors for pasture-associated laminitis in ponies. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.228, p.1538-1545, 2006.

TROUT, D.R.; HORNOF, W.J.; LINFORD, R.L.; O'BRIEN, T.R. Scintigraphic evaluation of digital circulation during the developmental and acute phases of equine laminitis. *Equine Veterinary Journal*, v.22, n.6, p.416-421, 1990. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2269265>>. Acesso em: 10 de julho de 2015.

VAN EPS, A.W.; POLLITT, C.C. Equine laminitis: cryotherapy reduces the severity of the acute lesion. *Equine Veterinary Journal*, v.36, n.3, p.255-260, 2004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15147134>>. Acesso em: 15 de julho de 2015.

VICK, M.; ADAMS, A.; MURPHY, B.; SESSIONS, D.R.; HOROHOK, D.W.; COOK, R.F.; SHELTON, B.J.; FITZGERALD, B.P. Relationship among inflammatory cytokines, obesity, and insulin sensitivity in the horse. *Journal of Animal Science*, v.85, p.1144–1155, 2007.

VISSER, M.B.; POLLITT C.C. The timeline of metalloprotease events during oligofructose induced equine laminitis development. *Equine Veterinary Journal*, v.44, n.1, p.88-93, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21696433>>. Acesso em: 10 de julho de 2015.

WALSH, D.M.; MCGOWAN, C.M.; MCGOWAN, T. *et al.* Correlation of plasma insulin concentration with laminitis score in a field study of Equine Cushing's Disease and Equine Metabolic Syndrome. *Journal of Equine Veterinary Science*, v.29, p.87-94, 2009.

WEISS, D.J.; GEOR, R.J.; JOHNSTON, G.; TRENT, A.M. Microvascular thrombosis associated with onset of acute laminitis in ponies. *American Journal of Veterinary Research*, v.55, n.5, p.606-612, 1994. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8067606>>. Acesso em: 05 de agosto de 2015.

XAVIER, V.F.; LIMA, I.R.; MARVAL, C.A.D.; SILVEIRA, D.; VIEIRA, R.A.M.; CASTRO, T.D.C.; MOURA, D.A.D.; VILELA, S.B.; FALEIROS, R.R. Estudo radiográfico do posicionamento da falange distal e suas possíveis correlações com obesidade em equinos de patrulhamento da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol.66, no.3, 2014.